Die Pflanze

als

lebender Organismus

Von

Dr. Hans Fitting

o. ö. Professor der Botanik an der Universität Bonn

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1917

UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/diepflanzealsleb00fitt

Bot
F

TORONTO LIBRARY
UNIVERSITY

Die Pflanze

als

lebender Organismus

Akademische Rede
zum Geburtstage Sr. Majestät des Kaisers
gehalten
in der Aula der Rheinischen Friedrichs-Wilhelms-Universität Bonn
am 27. Januar 1917

von

Dr. Hans Fitting
o. ö. Professor der Botanik

184008.
17.9.23.

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1917

Germany

Alle Rechte vorbehalten

Fürstlich priv. Hofbuchdruckerei (F. Mitzlaff) Rudolstadt

Hochansehnliche Versammlung!

Schon zum dritten Male jährt sich Kaisers Geburtstag in gewaltiger, schwerer, sturmbewegter Zeit. Unserem Kaiser gelten heute, wie immer an diesem Tage, alle unsere Gedanken. Der Stil unserer vaterländischen Feier aber hat sich von Grund aus, vielleicht nicht zu ihrem Nachteile gewandelt. Was ihr verloren gegangen ist an äußerem Glanze und an froher Festtagsstimmung, das haben wir Alle gewonnen an innerer Erhebung und an Tiefe der Empfindungen. Fester auch hat uns die eiserne Zeit mit dem Kaiser verbunden; mehr denn je hat sie den Kaiser selbst dem Geringsten im Volke menschlich nahe gebracht. Wann hat der Kaiser eindringlicher als in diesen Kriegsjahren durch jede seiner Handlungen bewiesen, daß er stets nur das Beste des Vaterlandes im Auge hat? Wann ist es der Allgemeinheit stärker zum Bewußtsein gekommen, wie tief ihn das Leid und die Not seines Volkes bewegen? Und wohl Keinem mehr fehlt ein Verständnis dafür, welche großen und schweren Sorgen um die Nation Tag und Nacht auf unserem Kaiser lasten. Wer möchte wohl an seiner Stelle die höchste Verantwortung tragen für Entscheidungen, von denen das Schicksal, das Glück oder Unglück einer halben Welt abhängt, und sich Aufgaben gegenüber sehen, wie sie schwerer und höher bisher noch keinem Herrscher eines Millionenvolkes gestellt worden sind! Mit wärmeren und innigeren Wünschen haben wir, hat das ganze Volk den Kaiser noch niemals an seinem Geburtstag, ehrfürchtig und dankbar, in ein neues Lebensjahr begleitet.

Enger haben die Zeiten der Not auch uns Deutsche für immer zusammengeschmiedet; heißer noch haben sie uns das Vaterland lieben gelehrt. Welche gewaltigen, unbezwingbaren Kräfte in ihm

schlummerten, das ist uns doch erst durch die Kriegsjahre staunend offenbar geworden. Freudiger denn je müssen wir uns nach solchen tiefen Erlebnissen als Deutsche zu Kaiser und Reich bekennen.

Unsere ernste, unsere heilige Pflicht aber bleibt es für alle Zeiten, in unserem Danke nicht müde zu werden gegenüber Allen, die unseres Vaterlandes Ruhm von Neuem mit eisernen Griffeln in die Tafeln der Weltgeschichte graben helfen. Herzlicher noch als sonst grüßen wir heute unsere feldgrauen Heldenbrüder, die an allen den riesenhaften Fronten in West und Ost, in Nord und Süd mit unermüdlichem, heroischem Opfermute den Anstürmen unserer haßverblendeten Feinde trotzen. In tiefer, wehmutsvoller Trauer aber beugen wir unser Haupt vor den Manen der unzähligen lieben Volksgenossen, die für das Vaterland, für uns Alle in den Tod gegangen sind. Und in Bewunderung und Verehrung schauen wir auf zu unseren genialen Führern. Ihr Gedankenflug und ihr eiserner, unbeirrbarer Wille haben uns ja in dem letzten Lebensjahre unseres Kaisers neue wirtschaftliche und militärische Erfolge erringen helfen, die späteren Geschlechtern einmal sagenhaft groß erscheinen werden.

Doch wie ohnmächtig will uns der Einzelne in diesem gigantischen Ringen der Völker erscheinen! Sinnen wir den Gründen für unsere entscheidenden Erfolge nach, so werden wir von Tag zu Tag mehr inne, daß eine der wichtigsten Wurzeln unserer Stärke gerade die sinnreiche und restlose Zusammenfassung der Einzelkräfte ist, wie wir sie früher im Dienste des großen Ganzen wohl für völlig unmöglich gehalten hätten. In diesem Zusammenspiel der Einzelnen, die sich in einer großartigen Organisation einsichtsvoll, wie selbstverständlich, dem Ganzen unterordnen, könnte die Nation in ihrem schwersten Kampfe ums Dasein fast wie eine lebende Einheit, fast wie ein lebender Organismus erscheinen. In der Tat ist ein solcher Vergleich schon oft, in aller Schärfe aber wohl zuerst von Herbert Spencer, dem Schöpfer der biologischen Soziologie, gezogen worden. In unserer Zeit mögen sich solche Vorstellungen auch dem theoretischen Politiker aufdrängen, wenn er den Anteil der Einzelwesen und des Volkes an der äußeren Politik des Staatswesens abzuschätzen

sucht[1]). Denkt man jedoch tiefer darüber nach, wie weit mit diesem Gedanken unsere Einsicht in das Verhältnis zwischen den Volksgliedern und dem Volksganzen und in das Wesen des Staates, der Nation vertieft werden kann, so gewinnt man den Eindruck, daß es sich bei diesem Vergleich nur um eine oberflächliche Analogie handelt. Man mag ihn nun mit dem Rüstzeug des Soziologen zergliedern[2]) oder ihn vom Standpunkte des Biologen aus betrachten. Ist doch das Verhältnis der Glieder zum Ganzen im Organismus eines der tiefsten Rätsel der Natur. Und ist doch in neuerer Zeit gerade umgekehrt der Organismus immer wieder mit einem Staatswesen verglichen worden, um die Beziehungen seiner Teile zum Ganzen verständlicher zu machen! Ob der Vergleich in dieser Richtung erfolgreicher gewesen ist, auch darüber gehen die Meinungen weit auseinander.

Kommt denn überhaupt allen Organismen ohne Ausnahme ein solches ausgesprochenes Abhängigkeitsverhältnis der Teile voneinander und von ihrer Gesamtheit zu? Und selbst wenn es so wäre, in welcher Hinsicht besteht es, ja ist es bei allen das gleiche? Diese Fragen haben für die allgemeine Biologie grundlegende Bedeutung. Denn mit ihrer Beantwortung sind, wie man ohne Weiteres sieht, unsere gesamten Auffassungen vom Wesen der Pflanze, vom Wesen des Tieres, ja vom Wesen der Organismen überhaupt, auf das engste verkettet. Ihre Lösung ist infolgedessen eine der wichtigsten und dringlichsten Aufgaben der Physiologie gewesen. Wenn sie erst in den letzten vierzig Jahren allgemein, für alle Lebewesen, gelungen ist, so liegt das in erster Linie an dem späten Aufblühen der pflanzenphysiologischen Forschung. Erst in diesen Jahrzehnten nämlich ist es der Pflanzenphysiologie geglückt, einen der Hauptsache nach wohl richtigen Einblick in das Wesen der Pflanze zu gewinnen. Zu dieser modernen Auffassung muß jeder Pflanzenfreund Stellung nehmen, dem ein tieferes Verständnis vom Leben der Pflanze am Herzen liegt. So sei es mir denn bei unserer akademischen Feier gestattet, abseits von allen Kriegsfragen in großen Zügen ein Bild der früheren und unserer jetzigen Vorstellungen von der Pflanze als lebendem Organismus[3]) zu entwerfen.

Eine besondere Freude ist es mir, dabei auf hervorragende Verdienste hinweisen zu können, die sich gerade Bonner Botaniker um die Ausbildung der heutigen Ansichten über das Wesen der Pflanze erworben haben.

* * *

Von Organismen redet man in der Biologie der Hauptsache nach in dreifachem Sinne. Zunächst denken wir dabei an die Lebewesen schlechthin. Dann aber ist Organismus ein lebender Körper mit Organen oder Werkzeugen für bestimmte Lebensverrichtungen, entsprechend der Definition, die schon Aristoteles für die Lebewesen aufgestellt hatte. Endlich verstehen wir unter Organismen auch selbsterhaltungsfähige Lebens*einheiten*, d. h. solche organische Gebilde, bei denen die Teile in engster Abhängigkeit voneinander und zwar in harmonischem Zusammenspiele für das Ganze tätig sind, ja bei denen die Selbsterhaltungsfähigkeit, also das Leben, gerade auf einem solchen einheitlichen Zusammenwirken aller Teile beruht. Auch die Wurzeln dieser Auffassung lassen sich bis ins Altertum zurückverfolgen.

Beim *Tierkörper* drängt sich die Auffassung seiner Glieder als Werkzeuge für bestimmte Lebensverrichtungen vielfach ganz unmittelbar auf. Auch ist bei ihm die Abhängigkeit vieler Funktionen und Organe voneinander im Dienste des Ganzen so offensichtlich, daß ein Zusammenspiel seiner Teile schon ohne besondere wissenschaftliche Erfahrungen als ein bezeichnendes Merkmal *seines* Lebens erscheinen mußte. Viele der allerwichtigsten Entdeckungen in dieser Hinsicht sind allerdings der Tierphysiologie erst sehr viel später, zum Teil erst in den letzten Jahrzehnten geglückt. So ist die klare Auffassung des Organismus als eines Gebildes mit physiologischer Organisation eigentlich erst ein Ergebnis der letzten Jahrhunderte[4]). Sie wurde aber ausschließlich aus den Beobachtungen am Tier gewonnen.

Ob auch die *Pflanzen* in gleicher oder ähnlicher Weise als physiologische Lebenseinheiten, d. h. als Körper mit einer physiologisch einheitlichen Organisation angesehen werden könnten, blieb dagegen bis in die letzten Jahrzehnte ganz unklar[5]). Unterscheidet

sich doch die Pflanze vom Tier schon in ihrem Bau ganz wesentlich dadurch, daß die wichtigsten Körperoberflächen bei ihr nach außen zu einer offenen Form sich entfalten, während sie im Tierkörper mit seiner geschlossenen Form zum größten Teil nach innen entwickelt werden. Schon diese geschlossene Form läßt im Tierkörper eine gewisse Abhängigkeit der inneren Organe voneinander fast als selbstverständlich erscheinen. Außerdem ist bei den Pflanzen von bestimmten Lebensverrichtungen der Teile fast nichts zu sehen. Gleichwohl haben Aristoteles und andere Philosophen des Altertums keine Bedenken getragen, auch bei den Pflanzen die äußeren Teile als Werkzeuge, als Organe anzusprechen. Noch weniger war dies im 17. und 18. Jahrhundert der Fall; nach den allgemeinen teleologischen Anschauungen jenes Zeitalters setzte man als ganz selbstverständlich voraus, daß jeder Teil auch bei der Pflanze für die Erhaltung des Lebens ausdrücklich erdacht und geschaffen worden sei. Auch wurde immer wieder, doch ohne Glück, versucht, das pflanzliche Leben mit dem tierischen zu vergleichen [6, 43].

Alle solche Vergleiche oder gar Überlegungen über die physiologischen Beziehungen der Teile zueinander und zum Ganzen hatten bei der Pflanze eigentlich keinen Sinn, solange die Pflanzenphysiologie noch völlig mit der Erforschung der Lebensfunktionen bei den Teilen im Rückstande war. Die Vorstellungen, die man darüber noch bis tief in das vorige Jahrhundert hatte, waren ganz unzulänglich, ja geradezu verkehrt. Wie spät man selbst die einfachsten und wichtigsten Ernährungsvorgänge des Pflanzenkörpers verstehen lernte, mag man daraus ersehen, daß erst um die Wende des vorigen Jahrhunderts die Funktionen der Laubblätter und der Wurzeln richtig erkannt wurden, nachdem Lavoisier die Chemie auf neue Grundlagen gestellt hatte. Allgemeingut der Botanik aber sind diese grundlegenden Entdeckungen noch viel später, nämlich erst nach dem Jahre 1840 und zwar zum Teil durch den Einfluß des großen Chemikers Liebig geworden. Erst etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts also herrscht unter den Botanikern Einigkeit darüber, daß die grünen Teile, vor allem die Laubblätter, aus der Kohlensäure der Luft mit Hilfe des Sonnenlichtes die gesamte

organische Substanz des Pflanzenkörpers aufbauen. Das war übrigens wohl die folgenschwerste Entdeckung in der Ernährungsphysiologie der Organismen, da man in dieser Tatsache endlich die Lösung des Rätsels fand, woher die gesamte organische Substanz in der Natur, bei Pflanze und Tier, stammt. Und erst seit der gleichen Zeit wissen wir, daß zur Ernährung des Pflanzenkörpers auch die Bodensalze unbedingt nötig sind, die die Wurzeln außer dem ebenfalls unentbehrlichen Wasser aus dem Erdreich aufnehmen. Damals also reifte endlich die Einsicht, daß die Blätter und die Wurzeln sehr wichtige Organe für ganz bestimmte Verrichtungen im Dienste des Körpers sind, und zwar Organe, die einander in ihren Leistungen ergänzen: Wie die Wurzeln den ganzen Pflanzenleib mit Wasser und mit Salzen zu versorgen haben, so muß umgekehrt die Nahrung, die in den Blättern gebildet wird, allen anderen Teilen des Gewächses, den Wurzeln, den Knospen und den Früchten, zugeführt werden. Dadurch wurde zum ersten Male eine Grundlage geschaffen für die exakte Begründung der Auffassung, daß die Pflanze zum mindesten in ernährungsphysiologischer Hinsicht eine gewisse Einheit sein müsse. Diese Auffassung kam übrigens entschieden einem instinktiven Gefühle[6]) entgegen, das sich schon im Altertum bei Gärtnern und Philosophen ausgebildet hatte und das auch später bei den wenigen Botanikern, die sich mit den Lebenserscheinungen der Pflanzen beschäftigten, wohl niemals ganz verloren ging. Gleichwohl wurde diese wichtige Erkenntnis in allen ihren Folgen erst sehr viel später durchdacht[7]). Noch immer blieb nämlich lange Zeit das Verständnis der eigentlichen ernährungsphysiologischen Vorgänge im Pflanzenkörper recht mangelhaft und meist auf Vermutungen beschränkt. Überhaupt erwachte ja die Physiologie der Pflanzen erst etwa um das Jahr 1860 zu richtigem Leben.

Durch diese Tatsachen wird es verständlich, daß inzwischen ein anderer, sehr wichtiger Zweig der Botanik, die Lehre von der Form des Körpers und seiner Teile, die Morphologie, seine eigenen Wege gegangen war und daß sich in ihm ganz seltsame Vorstellungen über die eigentliche Einheit bei der Pflanze gebildet hatten. Auch die Frage nach der Individualität in der Natur läßt sich weit zu-

rück, bis ins Altertum, verfolgen. Bei der Pflanze sind die Ansichten darüber seit den ältesten Zeiten mit der wichtigen Beobachtung (einer alten Erfahrung der Gärtner) verknüpft, daß sich viele Pflanzen durch Teilung vermehren lassen: Schneidet man Zweige, Blätter oder gar Wurzelstücke ab und pflanzt sie in Erde oder Sand, so bewurzeln sich solche Stecklinge, treiben neue Zweige und werden wieder zu neuen selbständigen Gewächsen[8]). Wohl ebenso alt ist die Beobachtung, daß Pflanzenteile, die man auf andere Gewächse aufpfropft, ihr scheinbar individuelles Sonderdasein und ihr selbständiges Leben fortzusetzen scheinen. Diese allbekannten Tatsachen sind ja in der praktischen Pflanzenzucht viel verwertet. So ist schon im Altertum die Meinung entstanden, daß die höhere Pflanze eigentlich überhaupt kein Individuum, sondern ein Familien- oder Gesellschaftsverband von Zweigen sei. Diese Ansicht kehrt mit der gleichen Begründung später immer wieder; ja sie kam erst recht zur Herrschaft im 18. und in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, in der Blütezeit der Naturphilosophie[9]).

Einen sehr wertvollen Einblick in weitverbreitete Anschauungen jener Zeiten, bis über die Mitte des vorigen Jahrhunderts, lassen uns die morphologischen Abhandlungen unseres Dichters Goethe tun, der als Naturforscher bekanntlich in der Morphologie Wertvolles geleistet, auch diesem Wissenschaftszweige seinen Namen gegeben hat[10]). Überaus treffend nennt er das Tier physiologisch vollkommen, eine abgeschlossene Welt[11]). Alle seine Teile stehen in unmittelbarster Wechselwirkung zueinander; jeder Teil beeinflußt alle übrigen. Ganz anders erscheint unserem Dichter die Pflanze[12]). Bei ihr sind die Teile recht unabhängig voneinander. Das, sagt er, giebt teils der Augenschein, teils die Erfahrung. Pflanzen, in viele Teile getrennt und zerrissen, werden wieder als eben so viele scheinbare Ganze aus der Erde hervorsprießen. Sehr beachtentwert ist, daß sich noch im Jahre 1857 der bedeutende Pflanzenmorphologe Alexander Braun in einer Abhandlung über das Individuum der Pflanze ganz ebenso äußern konnte. Das Bild der Pflanze, heißt es dort unter Anderem, das uns die frühere Wissenschaft bot, erschien mannigfach getrübt durch unpassende

Übertragung von Vorstellungen, die vom Tier entnommen wurden[13]). Schon das bloße gesunde Naturgefühl erwecke doch bei der Betrachtung eines Baumes die Ahnung, daß dies nicht, wie das Individuum des Tieres, ein Einzelleben sei[14]).

Für die Einsicht in das Wesen der Pflanze haben diese Ansichten der Morphologen, die sich durch so viele Jahrhunderte hinziehen, äußerst schädlich gewirkt. Sie sollten zwar nur ein rein morphologisches Problem, nämlich die Frage nach der Formindividualität im Pflanzenreich fördern. Sie wurden aber im Grunde genommen überhaupt nicht morphologisch[15]), sondern, wie wir gesehen haben, rein physiologisch begründet und infolgedessen in unklarer Weise auf die Pflanze als Lebewesen, als physiologisches Gebilde übertragen. Weil man die Pflanze morphologisch nicht für eine Einheit hielt, glaubte man sie auch physiologisch nicht als solche ansprechen zu dürfen. Das Gefühl dafür fehlte eben noch ganz[16]), daß morphologische Einheiten und physiologische Einheiten in der Biologie zweierlei völlig verschiedene Dinge sind oder doch wenigstens sein können, die sich nicht mit dem gleichen Maß messen lassen[17]).

Ebenso bedenklich aber war, daß diese Ansichten über die Individualität im Pflanzenreiche nicht einmal im Einklang waren mit den einfachsten morphologischen Erfahrungen. Individuum ist doch offenbar, morphologisch gesprochen, eine unteilbare Einheit, eine einheitliche Formerscheinung, die ein in sich abgeschlossenes und zusammenhängendes Ganzes bildet, wovon man keinen Teil wegnehmen, das man auch nicht in Teile zerlegen kann, ohne das Wesen der Form zu vernichten[18]). Nun gehören aber zur morphologischen Einheit der Pflanze doch die Wurzeln. Zerlegt man also ein Gewächs in seine Zweige oder Knospen, so vernichtet man das Wesen der Form; denn die Zweige, die Knospen haben nun keine Wurzeln mehr. Sie können zwar wieder zum Ganzen werden, sind aber zunächst nicht das Ganze. Ferner wußte man in jener Zeit schon ganz gut, daß bei den Bäumen und Sträuchern, aber auch bei den verzweigten Kräutern erst der Verband der Zweige, aber noch nicht ein einzelner Zweig das Wesen der ganzen Form ausmacht. Erst dieses System verschiedenwertiger Äste und Zweige,

die sich durch ihre Wachstumsstärke, ihre Richtung im Raume und zueinander, ja auch durch ihre Funktionen unterscheiden, gibt einem Baum oder Strauch sein bezeichnendes Aussehen, sein Artgepräge, wie Jedermann weiß. Auf allen diesen Besonderheiten beruht ja im Wesentlichen der Baumschlag, nach dem wir schon aus der Ferne die Tanne, die Kiefer, die Pappel, die Buche, die Eiche und viele andere Bäume erkennen können[19]). So haben denn auch die Gärtner in ihrem unbefangenen Gefühle und mit ihrem einfachen Verstande die Pflanze von jeher als ein Ganzes angesehen.

Aber auch deshalb war es nicht glücklich, ein verzweigtes Gewächs morphologisch als einen Stock von Einzelindividuen zu betrachten, weil sich weder durch vergleichende, noch durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen irgendwelche Anhaltspunkte dafür beibringen lassen, etwa wie beim Korallenstock im Tierreich.

Wenn wir jetzt solchen Einwänden ein ganz anderes Gewicht geben, so erklärt sich das eben vor allem daraus, daß sich unsere Betrachtungsweise inzwischen von Grund aus geändert hat. Wir haben einsehen gelernt, daß der Organismus nicht nur eine Form sondern in allererster Linie ein lebendes Gebilde ist, dem man nicht ausschließlich mit morphologischen Überlegungen beikommen kann.

Aber auch von einer ganz anderen, viel erfolgreicheren und bedeutungsvolleren morphologischen Richtung aus wurde die Aufmerksamkeit viel mehr auf die Teile als auf den ganzen Körper gelenkt. Das war die Erforschung des zelligen Baues der Pflanzen. Sie beschäftigte seit dem Beginn des vorigen Jahrhunderts die Botaniker, ja die Biologen überhaupt auf das Lebhafteste. Eine Erkenntnis von allgemeinster biologischer Bedeutung war die Einsicht, daß das einfachste und alleinige Formelement der Pflanze wie des Tieres die Zelle ist. Noch wichtiger aber war die Vorstellung, zu der in den Jahren 1825 bis 1840 mehrere Botaniker, darunter Schleiden in Jena[20]), wohl unabhängig voneinander kamen, daß die Zelle außer dem Elementarteil auch der „Elementarorganismus“ und als solcher das eigentliche Individuum der Pflanzen sei. Die Pflanze selbst wurde dadurch noch mehr als früher zur Vielheit und zwar auch in physiologischem Sinne gestempelt. Noch im Jahre 1861

spricht sich Schleiden in der 4. Auflage seiner Grundzüge der Botanik, die auf die zeitgenössischen Pflanzenforscher außerordentlich großen Einfluß geübt haben, sehr entschieden und bestimmt in diesem Sinne aus[21]): Die Pflanze besteht, im Gegensatz zum Tier, wesentlich aus der morphologischen, nicht aber aus einer physiologischen Verknüpfung der Zellen. Sie scheint nur für und durch die Elementarorgane, die Zellen, zu leben. Die Erscheinungen des Gesamtlebens muß man also auf die Lebensvorgänge in den Einzelzellen zurückführen; wie die Form, so setzt sich auch das Leben des ganzen Gewächses mosaïkartig aus den Zellen, d. h. aus unzähligen Elementarorganismen mit individuellem Sonderleben zusammen. Denn die Pflanze hat keine physiologisch bestimmten Organe. Eine gewisse Beeinflussung der Lebensvorgänge in einer Körperzelle durch ihre Nachbarn, mit denen sie zu einem Gewebe verbunden ist, wird zwar von Schleiden angenommen; diese Beeinflussung erscheint aber sehr geringfügig und unklar[22]). Die Lebenstätigkeit der ganzen Pflanze nämlich, sagt Schleiden, insofern sie nicht auf dem Leben der Zellen beruht, ist höchst unbedeutend und uns noch meist unbekannt. Ja noch mehr: der traditionelle Schlendrian, lesen wir dort, das Postulat der angeblichen Analogie zwischen Pflanze und Tier ist völlig verkehrt!

Da die Zellen, die Elementarorganismen, in der Pflanze durch leblose Zellmembranen wie die Laboratoriumsräume einer Fabrik voneinander getrennt zu sein schienen, so war die notwendige Folge solcher Vorstellungen die Auffassung des Gesamtorganismus der Pflanze als eines Verbandes, einer organisierten Gesellschaft von physiologisch nicht oder nur ganz locker verbundenen Einzelwesen, mit anderen Worten, wenn man so will, als eines Staatswesens mit geheimnisvoller sozialistischer oder kommunistischer Verfassung[23]). Diese Lehre vom Zellenstaat wurde eigentlich erst von Zoologen entwickelt[24, 48]). Sie fand seltsamerweise auch größeren Beifall für die Tiere als bei den Pflanzen.

Von botanischer Seite wurden nämlich dagegen bald sehr beachtenswerte Einwendungen gemacht und zwar von Pflanzenforschern ersten Ranges, deren Urteil in morphologischen und physiologischen

Fragen sehr schwer wiegen mußte. Diese Analogie machte ja die völlige Unterordnung der Form und des Lebens der Einzelzellen unter das Ganze, mit anderen Worten ihre weitgehende Differenzierung und Arbeitsteilung, nicht recht verständlich[25]). De Bary prägte im Jahre 1878 die Worte, die diese Bedenken der Botaniker treffend kennzeichnen: Nicht die Zellen bauen die Pflanze auf, sondern die Pflanze baut sich die Zellen[26]). In physiologische Ausdrucksweise übersetzt würde das heißen: Die Zellen arbeiten für das Ganze; aber das Ganze arbeitet nicht für die Zellen, wie noch im gleichen Jahre der geistvolle und bedeutende Tierphysiologe Claude Bernard selbst für den Tierkörper meinte[27]). In solchen Einwänden spricht sich ein sicheres Gefühl dafür aus, daß die Zellen in viel innigerer Beziehung zum ganzen Körper der Pflanze stehen, als es in der Lehre vom Zellenstaat zum Ausdruck kam.

Die wichtigen Fragen aber, in welcher Hinsicht und in welcher Weise, ja ob überhaupt die Teile der Pflanze, seien es nun Zellen oder Organe, abgesehen von ernährungsphysiologischen Beziehungen, zum Ganzen verkettet sind und welche Bedeutung eine solche Verkettung für das Leben des Pflanzenorganismus haben könnte, sind bis zum Ende der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts, so weit ich sehe, noch niemals in einem Lehr- oder Handbuch der Botanik oder der Pflanzenphysiologie behandelt worden; ja, was noch viel seltsamer anmutet, sie sind in ihnen noch nicht einmal gestellt worden! Das gilt selbst für die wichtigen zusammenfassenden Werke von Julius Sachs, dem Erneuerer der Pflanzenphysiologie in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

Dieser Mangel ist besonders auffallend, weil während des 19. Jahrhunderts inzwischen in allgemein bedeutungsvollen biologischen Werken, wie denen von Lamarck, Johannes Müller, Lotze, Spencer und anderen[28]), die auch in der Botanik nicht ganz unbeachtet bleiben konnten, mehr oder weniger eingehende und sehr treffende Überlegungen über das Wesen des Organismus als einer lebenden Einheit niedergelegt worden waren. Da konnte man lesen, die Arbeitsteilung, die für die Lebewesen so bezeichnend sei, habe zur notwendigen Folge eine Arbeitsverknüpfung, eine Ordnung zwischen

den Teilen. Eine der wichtigsten Eigenschaften des Organismus sei also gerade die physiologische Organisation, d. h. die harmonische Verkettung der Leistungen miteinander zum Zwecke und im Dienste des Ganzen. Bezeichnend für das Lebewesen sei ferner die Befähigung des Ganzen und der Teile, Störungen im Betriebe selbsttätig auszugleichen, das Lebensgetriebe in allen seinen Teilen mehr oder weniger zweckmäßig nach den Bedürfnissen des Ganzen zu regulieren. Ja, auf dieser Verkettung der Leistungen und auf diesem Regulationsvermögen beruhe überhaupt die Selbsterhaltungsfähigkeit der Organismen, also ihr Leben. Diese bedeutungsvollen Gedanken leitete man aber ausschließlich aus den physiologischen Eigenschaften und Leistungen des Tierkörpers ab, so allgemein man auch stets von Organismen sprechen mochte. Wo ausdrücklich von den Pflanzen die Rede ist, kehren doch meist die Ansichten wieder, die zuvor in der Botanik zur Herrschaft gekommen waren[29]).

Zu den ersten Botanikern, die mit Nachdruck auf die synthetischen Aufgaben der Pflanzenphysiologie hingewiesen haben, scheint einer meiner Vorgänger, Johannes von Hanstein, zu gehören, ein geistvoller Forscher mit umfassendem Blick. In seiner Antrittsvorlesung[30]), die er in Bonn vermutlich von eben dieser Stelle im Jahre 1866 hielt, bezeichnete er es als eines der wichtigsten Ziele der Pflanzenphysiologie, zu untersuchen, wie „alle Theile des organischen Einzelwesens zu den gesonderten so wie zu den gemeinsamen Lebensäußerungen veranlaßt werden, und durch welche Mittel somit das Gesetz, welches die Entwicklung und die Thätigkeit des Ganzen beherrscht, in den Theilen zur Geltung gebracht wird“. Höchste Aufgabe der Pflanzenphysiologie aber sei es, die „einheitliche Ursache“ aufzudecken, „durch welche die Gesammtheit der physikalischen Kräfte veranlaßt wird, zur selbständigen Entwicklung und Erhaltung einer einheitlichen organischen Gestalt und zur Ausübung ihrer Thätigkeit der Außenwelt gegenüber zusammenzuwirken“. Denn „die formal gleichwerthigen Theileinheiten“, die Einzelsprosse, sind „mit unterschiedlichen Verrichtungen im Interesse des Gesammtstockes betraut“, und „die differente Vielheit“ schließt sich „zur festen Einheit eines nach Form und Inhalt zu erreichenden Gesammtzweckes wiederum

harmonisch“ zusammen. „Die Prätension der Zellen“ aber, „auch in den vollkommnen Pflanzen die Rolle physiologisch gleichbegabter Einzelwesen spielen, ja die wahren Individuen in der Pflanzenwelt allein sein wollen“, sehen wir „entschieden zurückgewiesen und ein für alle mal beseitigt“. Hier ist also die Pflanze ganz scharf als ein „Einzelwesen“ aufgefaßt, „dessen differente Theile nach einheitlichem Plan zusammengesetzt gemeinsam eine ebenso einheitliche Ernährungs- wie Fortentwicklungsarbeit ausführen“, wie Hanstein etwas später, im Jahre 1870, sich ausdrückte[31]).

Das war allerdings nur ein Programm. Die darin ausgesprochenen Vorstellungen vom Wesen der Pflanze standen aber doch sehr hoch über den Ansichten, die wir sonst nahezu bis in jene Zeiten noch darüber finden können.

* * *

Mächtigerer Anregungen durch neue pflanzenphysiologische Tatsachen und Gesichtspunkte und eines bedeutenden Geistes mit umfassender physiologischer Bildung bedurfte es erst noch, um der Unsicherheit in der Beurteilung der Pflanze ein Ende zu machen und neuen Anschauungen einen sicheren Boden zu bereiten. Diese Anregungen aber wurden zunächst ziemlich gleichzeitig durch eine Reihe voneinander unabhängiger Experimentaluntersuchungen gegeben, die für die Auffassung des Pflanzenorganismus grundlegend geworden sind. Sie drängen sich im Wesentlichen auf den kurzen Zeitraum von 1875 bis 1880 zusammen.

Einmal waren das die meisterhaften und ausgedehnten Untersuchungen des großen Briten Charles Darwin[32]) über die insektenfressenden Pflanzen und über das Bewegungsvermögen der Gewächse. Bewegungvorgänge an Pflanzenteilen kannte man schon seit langer Zeit, aber doch nur recht mangelhaft. Auch hatte man nur wenig klare Vorstellungen über ihr Wesen und ihre Bedeutung im Pflanzenreiche. In diesen Arbeiten wurde nun zum ersten Male gezeigt, daß die bei den höheren Pflanzen ganz allgemein vorhandenen Bewegungen sehr häufig durch Reizleitungsvorgänge wie im Tierkörper vermittelt werden. Mit anderen Worten, es wurde bewiesen, daß der Ort der Reizung, die die Bewegung auslöst, wie bei den

Tieren sehr oft von dem Ort der Reizbeantwortung getrennt ist. Reizt man etwa, wie Darwin gezeigt hat, die Wurzel an ihrer äußersten Spitze einseitig durch eine leichte Verwundung, so tritt nach einiger Zeit hinter der Spitze eine Reizkrümmung ein und zwar in einer Richtung, als wolle die Wurzel sich dem Angriff entziehen. Durch Darwin wurden also jetzt zwischen den verschiedenen Teilen eines Organes, aber auch zwischen verschiedenen Organen der Pflanzen sehr eigenartige Verkettungen bekannt, von deren weiter Verbreitung man bis dahin gar nichts gewußt hatte. Glaubte man doch allgemein, daß solche Reizleitungsvorgänge als seltene Ausnahmefälle nur bei ganz wenigen Gewächsen vorkämen, wie etwa bei der allbekannten Sinnpflanze oder Mimose. Wie sehr die Ergebnisse des so peinlich gewissenhaften Beobachters aus dem Rahmen der geläufigen Vorstellungen herausfielen, geht aus der schroffen Ablehnung hervor, die sie bei einem Teil der namhaftesten Pflanzenphysiologen des Festlandes, wie bei Sachs und Wiesner, fanden. Die Folgezeit aber hat Darwin völlig Recht gegeben. Seine Beobachtungen waren im wesentlichen richtig, wenn auch nicht immer ausreichend; ja wir wissen jetzt, daß ganze Scharen solcher Reizverkettungen die verschiedensten Teile der Pflanze verbinden. Somit war nun außer für die Ernährungsvorgänge für die zweite große Gruppe von Lebenserscheinungen, nämlich für die Bewegungen, eine sehr weitgehende Abhängigkeit der Teile des Pflanzenorganismus voneinander erwiesen.

Nur die dritte und zugleich letzte Gruppe von Lebensvorgängen, die Entwicklungsprozesse des Körpers, nahm noch eine Sonderstellung ein. Ihre Erforschung in physiologischer Hinsicht war bisher noch kaum versucht worden, übrigens bei den Tieren noch weniger als bei den Pflanzen. Sehr beachtenswert ist in dieser Beziehung, daß noch im Jahre 1878 Claude Bernard[33]) für das Tier, der herrschenden Meinung entsprechend, behaupten konnte, jeder seiner Teile entwickle sich ganz unabhängig von den übrigen; die morphologischen Gesetze irgendwie zu beeinflussen, sei ganz unmöglich.

Für die Pflanzen hatte die Frage nach den Bedingungen, die formbildend sind, wohl zum ersten Male Wilhelm Hofmeister im

Jahre 1868 und zwar in seiner Allgemeinen Morphologie der Gewächse umfassend zu beantworten versucht. Er wies auf zwei Gruppen solcher „Kräfte“ hin. Als die wichtigsten erschienen ihm die unbekannten erblichen und spezifischen; wir würden jetzt sagen, die inneren Bedingungen. Außerdem aber ist die Ausgestaltung der Pflanze, wie man schon seit langem wußte, auch in hohem Maße von Außenfaktoren abhängig, wenn Hofmeister auch deren Bedeutung weit überschätzte. Jedermann ist bekannt, wie sehr die Gestalt der Pflanze durch Kultur im Licht oder im Dunkeln beeinflußt wird; man denke nur an die „schwindsüchtigen“ Triebe, die die Kartoffelknollen im Keller ausbilden.

In das Hauptproblem der Entwicklungsphysiologie aber drang Hofmeister noch nicht ein, in die äußerst schwierige Frage nämlich, ob und wie man die inneren, in der Pflanze selbst liegenden Ursachen der Formbildungsvorgänge weiter analysieren könne. Und doch war der Anfang des allein gangbaren Weges schon mindestens seit dem Jahre 1828 von verschiedenen Botanikern, wenn auch kaum beachtet, gebahnt worden[34]). Nachdrücklicher und überzeugender geschah dies allerdings erst durch Hanstein im Jahre 1870[35]). Vor Allem nämlich mußte einmal festgestellt werden, wie denn eigentlich der „Bildungs-“ oder „Eigengestaltungstrieb“ in der Pflanze wirkt, auf den man ihre Entwicklung zurückführte. Äußert er sich etwa so, daß eine jede Zelle, eine jede Organanlage im Entwicklungsverlaufe des Gewächses nur das leisten kann, was wir entwicklungsgeschichtlich normalerweise aus ihr hervorgehen sehen? Die Erfahrungen an den Stecklingen ermöglichten es, diese Frage zu beantworten. An solchen Stecklingen sehen wir doch, daß abgeschnittene Stengelstücke, ja selbst abgeschnittene Blätter oder gar Wurzeln unter Umständen Knospen und Wurzeln an Stellen bilden können, die in Verbindung mit dem Ganzen nichts Derartiges erzeugen, und zwar bald aus embryonalen Zellen, die an solchen Stellen vorhanden sind, bald aus ausgewachsenen Zellen, die wieder embryonal werden. Ferner ist schon seit Langem bekannt, daß an vielen Gewächsen infolge von mancherlei Eingriffen Neubildungen von Geweben oder Organen sehr verschiedener Art vorkommen können. Alle diese

Tatsachen zwangen zu dem Schluß: Jede Zelle oder Organanlage besitzt offenbar nicht ausschließlich die Fähigkeit zu der Ausbildung, die sie im Verband mit dem Ganzen normal annimmt, also etwa die Befähigung, eine Epidermiszelle, eine Korkzelle, eine Wurzel, ein Blatt, eine Blüte zu werden, sondern sie hat noch die Befähigung, sich auch in anderer Weise, unter Umständen sogar wie die Eizelle zum ganzen Organismus auszubilden.

Von dieser äußerst wichtigen Einsicht war, sollte man meinen, nur noch ein sehr kleiner Schritt bis zu der weiteren Frage: Ja, worauf beruht es aber, daß im normalen Entwicklungsgang jede Zelle, jede Zellgruppe des Embryo nicht das Ganze, sondern nur einen Teil davon liefert? Wodurch werden die Zellen, die Organanlagen des noch embryonalen Körpers veranlaßt, sich untereinander verschieden auszubilden? Sie wurde merkwürdigerweise bis zum Ende der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts von einem Botaniker nicht aufgeworfen. Um so beachtenswerter ist es, daß dies lange Zeit vorher, nämlich schon im Jahre 1840, von dem großen Physiologen und Anatomen Johannes Müller in seinem Handbuch der Physiologie des Menschen, zugleich dem ersten Versuche einer vergleichenden Physiologie, geschehen, ja daß sie dort bereits ganz richtig beantwortet war[36]). Müller bespricht in seinem Werke ganz kurz die Ergänzungsvorgänge bei den Pflanzenstecklingen und zwar in genau demselben Sinne, wie es eben geschehen ist. Er gibt aber auch die Lösung des neuen Problems: So lange „das Blatt noch mit der Sprosse zusammenhängt, ist seine ihm inwohnende, die Spezies der Pflanze reproduzierende Kraft unterdrückt, durch die Wechselwirkung des Pflanzenorganes mit dem Ganzen der Sprosse und der Pflanze überhaupt“. Diese „Wechselwirkung aller Theile“ aber ist es, durch die die Pflanze sich „zu einem gemeinsamen Zwecke als System erhält“. Hebt man sie auf, so kann das Blatt sich durch Wurzel- und Knospenbildung zur Pflanze ergänzen. Aber noch mehr, Müller zeigt auch schon einen Weg, wie man die Richtigkeit dieser Annahme prüfen kann. Wäre sie nämlich richtig, so müßte ein abgeschnittenes Blatt, das man wieder auf den Muttersproß aufpfropft, im Fall es anwächst, nun nicht mehr wie als Steckling

Wurzeln und Knospen erzeugen. Solche Versuche, die Müller aber nicht anstellen konnte, fallen nun wirklich so aus. Wir wissen jetzt, daß die Pfropfreiser, die man auf Gewächse aufsetzt, nicht wie man früher wohl meinte, ein Sonderdasein führen, sondern daß sie mit der lebenden Unterlage zu einer neuen physiologischen Einheit werden.

Durch Müller war also der normale Entwicklungsgang der Pflanze völlig klar auf sehr wichtige Wechselwirkungen zwischen den Teilen zurückgeführt worden. Seine Überlegungen scheinen bis zur Gegenwart in der Botanik ganz unbeachtet geblieben zu sein. Zwar waren einige solche Wechselbeziehungen zwischen Pflanzenteilen schon lange, schon im 18. Jahrhundert bekannt[37]). Auch hatten die Gärtner schon seit den ältesten Zeiten ein sicheres Gefühl dafür, daß die Zweige eines Baumes oder Strauches in besonderen Beziehungen zueinander stehen müßten; darauf beruhen ja die Methoden des Obstbaumschnittes und ihre Erfolge in der Obstkultur. Wie es aber in der Wissenschaft so oft geht, die Zeit war für diese Dinge noch nicht reif geworden. Sie blieben völlig unbeachtet neben der vielbegangenen Heerstraße der Gedanken liegen, weil man nichts Rechtes damit anzufangen wußte, weil der fruchtbare Gedanke fehlte, der sie zu würdigen und nutzbar zu machen verstanden hätte. Dies getan und den Entwicklungsverlauf der Pflanzen eingehender als bisher experimentell auf seine inneren Ursachen zurückgeführt zu haben, ist das große Verdienst des damaligen Dozenten in Bonn, Hermann Vöchting. Seine Untersuchungen über Organbildung im Pflanzenreiche, die im Jahre 1878 erschienen sind, waren es, die neben den Arbeiten Darwins am meisten dazu nötigten, die Pflanze als eine Lebenseinheit anzusehen[38]). Sie sind in unserem, an Entdeckungen so reichen Institute entstanden. Vöchting gelangte bei seinen ausgedehnten Experimentaluntersuchungen zu genau denselben Schlüssen wie Johannes Müller. Die Organe der Pflanze entwickeln sich also nicht, wie man bis dahin noch allgemein angenommen hatte, unabhängig voneinander. Ihre Größe und ihre Ausbildungsform werden vielmehr erst im Verlaufe der Entwicklung des Körpers durch die gegenseitigen Beziehungen zwischen

ihnen bestimmt. Diese Wechselbeziehungen aber sind in dem verwickelten System des Organismus von Ort zu Ort verschieden; sie sind eine Funktion des Ortes. Infolgedessen kann man mit Vöchting sagen, das Schicksal einer Zelle, einer Zellgruppe wird im normalen Entwicklungsverlaufe des Organismus entschieden durch den Ort, den sie im Körper einnimmt. Und weiter konnte Vöchting teils aus den Erfahrungen der Gärtner, teils durch eigene Versuche zeigen, daß solche Wechselbeziehungen selbst zwischen den entlegensten Teilen eines Gewächses, z. B. zwischen den verschiedenen Zweigen oder zwischen den Zweigen und den Wurzeln, bestehen. Daraus aber geht als wichtigste Schlußfolgerung hervor, daß die Pflanze in ihrem Entwicklungsgang physiologisch eine in sich völlig geschlossene Einheit, daß sie ein physiologisch Ganzes ist. Die früheren Irrgänge der Morphologen in der Beurteilung der Pflanzenindividualität beruhen auf einer Verkennung der Regenerationsvorgänge. Der Zweig eines Baumes hat, wie unter Umständen eine isolierte Zelle, wohl die physiologische Befähigung, sich zum Ganzen zu entwickeln, ist selbst aber noch nicht ein Ganzes. Morphologisch kann man als eine Einheit allerdings schon die Zelle bezeichnen; physiologisch ist sie es aber nach Vöchting nur dann, wenn man sie von dem vielzelligen Lebewesen abtrennt.

Der Eindruck der Forschungen Vöchtings wurde noch wesentlich vertieft durch experimentelle Untersuchungen, die unabhängig von ihm und nahezu gleichzeitig (1880) Goebel an Blättern anstellte[39]). Auch hier gelang es, solche Wechselbeziehungen aufzudecken, für die Goebel ganz allgemein die Bezeichnung Wachtumskorrelationen vorschlug.

Zu allen diesen wichtigen neuen Entdeckungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete kamen aber noch die mächtigen Anregungen hinzu, welche die Ideen Darwins über die stammesgeschichtlichen Umbildungen der Lebewesen im Laufe der Erdgeschichte der gesamten Biologie gegeben haben. Sie wurden noch bedeutend verstärkt durch die wichtige Erkenntnis, die sich von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an mehr und mehr anbahnte, daß die Lebensvorgänge bei Pflanzen und Tieren auf der gleichen Grundlage, auf

Veränderungen in dem Protoplasma beruhen. Alles das drängte geradezu dahin, Pflanze und Tier als blutsverwandt zu betrachten und die Organisation bei beiden Gruppen des Organismenreiches wieder einheitlicher als bisher zu beurteilen.

Das große Verdienst, alle diese neuen und äußerst fruchtbaren Gesichtspunkte für die Auffassung des Pflanzenkörpers zu einem einheitlichen Bilde ganz umfassend verarbeitet zu haben, gebührt dem führenden Pflanzenphysiologen unserer Zeit, Wilhelm Pfeffer, der von 1874 bis 1877 zusammen mit Vöchting Dozent in Bonn war. Es geschah in seinem Handbuche der Pflanzenphysiologie im Jahre 1881[40]). Mit diesem Werke beginnt in jeder Hinsicht die moderne Zeit für die Pflanzenphysiologie, zugleich aber auch für die Auffassung vom Wesen der Gewächse. Hier wurde nun zum ersten Male die Pflanze in allen ihren Lebensverrichtungen als eine geschlossene physiologische Einheit behandelt. Mit Nachdruck wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß sich wie im Tierkörper so auch in den Pflanzen bei sämtlichen Gruppen von Lebensvorgängen, nämlich beim Stoffwechsel, beim Formwechsel und beim Ortswechsel, die mannigfachsten wechselseitigen Beeinflussungen der Organe und der Zellen nachweisen lassen, die oft in weite Ferne ausstrahlen können. Und es wurde hier auch betont, daß solche Wechselwirkungen für die lebende Pflanze von allerhöchster Bedeutung sind. Denn nur durch sie kann das einheitliche harmonische Zusammenwirken aller Teile erreicht werden, ohne das sich die Pflanze ebensowenig wie das Tier in der Welt zu behaupten vermöchte. Das ganze Lebensgetriebe der Pflanze besteht überhaupt aus mannigfachen Ketten von Wechselwirkungen. Bei solcher innigen Verknüpfung der Teile zum Ganzen wird infolgedessen eine Veränderung in einem Organe sich, wenn auch vielleicht oft unmerklich, in den sämtlichen übrigen Organen wiederspiegeln und von diesen wieder werden Rückwirkungen auf alle anderen Zellen und Organe zurückstrahlen. Auch schon während der Entwicklung des Körpers müssen deshalb die Zellen und die Zellgruppen in ihrer Ausgestaltung so gelenkt werden, wie es für die Herstellung und für die Aufrechterhaltung der harmonischen Zusammenarbeit der Teile im

Dienste des Ganzen unerläßlich ist. Soll sich der Organismus in den dauernd wechselnden Verhältnissen der Umwelt am Leben erhalten können, so ist ferner unbedingt erforderlich, daß die Organe auch bei solchem Wechsel die Befähigung zu harmonischer, einheitlicher Zusammenarbeit behalten. Treten Störungen im Lebensgetriebe an irgend einer Stelle oder am ganzen Körper ein, so muß also, ähnlich wie bei vielen Maschinen, unbedingt für physiologische Einrichtungen gesorgt werden, die selbstregulatorisch auf möglichste Ausgleichung der Störungen hinarbeiten. Übrigens hat Pfeffer auch dadurch unseren Einblick in das Wesen des Pflanzenorganismus ganz bedeutend vertieft, daß er zum ersten Male die Reizvorgänge der Gewächse wie bei den Tieren als Auslösungsvorgänge definierte. Dies geschah schon 1877 in seinen klassischen Osmotischen Untersuchungen[41]), die ebenfalls in Bonn entstanden sind und die in mehr als einer Beziehung bahnbrechend gewirkt haben.

Sieht man näher zu, so ist also auch die Pflanze in jeder Hinsicht eine Einheit mit verwickelter physiologischer Organisation, eine abgeschlossene Welt, wie Goethe so treffend für das Tier gesagt hatte. Für die Entwicklungsvorgänge im Tierkörper hat übrigens die physiologische Analyse, die erst im 8. Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts und zwar vor Allem durch die Forschungen Pflügers und Roux's begann, im Wesentlichen zu ähnlichen Gesichtspunkten und Ergebnissen wie bei der Pflanze geführt[42]). Durch alle diese Bemühungen sind endgültig auch in physiologischer Hinsicht die Schranken zwischen Pflanze und Tier völlig gefallen. Irgendwelche scharfe Unterschiede zwischen beiden Gruppen von Lebewesen kennen wir nicht mehr. Es gibt nur eine Welt von Organismen und eine Physiologie mit wesentlich gleichen Problemen und Methoden. Diese großartige Einsicht bildet den Abschluß einer vielhundertjährigen Reihe von wissenschaftlichen Mühen und Irrungen; sie dürfte der Pflanze ein für alle Mal ihren richtigen Platz in der Natur angewiesen haben[43]).

* * *

Alle Untersuchungen der letzten Jahrzehnte haben die Auffassung der Pflanze als physiologischer Einheit als richtig erwiesen,

ja noch viel fester begründet[44]). Die Zellen und Zellgruppen arbeiten bei vielen Leistungen der Organe so völlig unselbständig und abhängig voneinander und vom Ganzen, wie wenn die Organe überhaupt nicht aus Einzelzellen, sondern vielmehr aus einer einheitlichen lebenden Masse bestünden[45]). Alle Versuche, bei höheren Pflanzen in solchen Fällen, wie etwa bei den Entwicklungsvorgängen oder bei vielen Reizkrümmungen, die Lebensverrichtungen der Organe aus den Sonderleistungen physiologisch nur locker verbundener Einzelzellen zusammensetzen oder begreifen zu wollen, sind ganz und gar gescheitert[46]). Auch eine Verteilung der Arbeit auf verschiedenartige Gewebe ist hier oft nicht zu beobachten. Lediglich die sehr innige physiologische Verknüpfung der Teile miteinander zu einer Einheit macht in vielen Fällen die Leistung des ganzen Organes verständlich[47]), wie es ja schon bei der einzelligen Amöbe, einem Plasmatröpfchen, der Fall ist. In anderen Fällen dagegen können Zellen oder auch Organe in gewissem Grade scheinbar selbständig arbeiten; im gesunden Körper aber stets nur so weit, wie es dem Nutzen des Ganzen entspricht oder doch wenigstens die Bedürfnisse des Ganzen nicht schädigt. Allerdings kommt es nicht selten vor, daß Zellen sich fremdartigen Einflüssen unterordnen müssen und daß sie sich dadurch mehr oder weniger aus den Ketten lösen, die sie mit dem Ganzen verbinden: daß sie sich unharmonisch verselbständigen. Alles das aber führt zu einer Schädigung, zu einer leichteren oder schwereren Erkrankung eines Organes oder des Körpers, zu pathologischen Vorgängen. Vielleicht ist es also kein Zufall, daß Virchow gerade von der Pathologie aus zu einem der eifrigsten Verfechter der Lehre vom Zellenstaat geworden ist, indem er Anschauungen, die für die Pathologie im höchsten Maße fruchtbar sein mußten, und Tatsachen, die für den erkrankten Körper gelten können, auf das gesunde Lebewesen glaubte übertragen zu dürfen[48]).

Bei den Entwicklungsvorgängen und bei vielen anderen Lebensäußerungen des normalen Organismus ordnen sich die Zellen den Organen so völlig unter, daß schon Vöchting in seiner Abhandlung über Organbildung die schwerwiegende Frage aufwerfen mußte[49]), ob nicht vielleicht alle Zellen der Pflanze im Gegensatze

zu den damals herrschenden Ansichten als eine einheitliche Plasmamasse zu betrachten seien. In der Tat, die physiologische Einheitlichkeit des Körpers wäre kaum verständlich, wenn die Zellen eines Gewächses durch die toten Zellwände vollständig voneinander isoliert wären. Diese große Schwierigkeit ist erst durch eine äußerst wichtige Entdeckung der letzten Jahrzehnte beseitigt worden, die zugleich die Richtigkeit der neuen Anschauungen vom Wesen der Pflanze auf das Glänzendste bestätigte. Das war der Nachweis, daß alle lebenden Zellen der Pflanze wie mit Telegraphendrähten durch feinste Fäden aus lebender Substanz verbunden sind, die die leblosen Zellulosewände zwischen den Zellen durchsetzen[50]). Und hiermit hat eine Vermutung sich als ganz richtig erwiesen, die schon im Jahre 1880 wiederum unser Bonner Botaniker Hanstein, zwei Jahre später auch sein Nachfolger Strasburger ausgesprochen hatten, weil ihnen anders die Einheitlichkeit in den Leistungen des Pflanzenorganismus unverständlich erscheinen wollte[51]). Die lebende Substanz in der höher organisierten Pflanze mit ihrem zelligen Bau bildet also tatsächlich eine einheitliche Masse, kaum anders wie bei den merkwürdigen großen Schlauchalgen des Meeres, die trotz äußerlich ähnlicher Gliederung in wurzel-, stengel- und blattartige Organe doch keine zellige Kammerung des Körpers besitzen. Bei diesen Organismen können also die Lebensverrichtungen auch nicht auf den Sonderleistungen von Zellen beruhen. Was hier ganz selbstverständlich ist, könnte also auch für die Blütenpflanzen gelten[52]).

Durch alle diese grundlegenden Erkenntnisse haben sich notgedrungen unsere Auffassungen von dem Verhältnis der Zellen zum Körper wandeln müssen. Nach den vorliegenden Erfahrungen drängen sich für die Pflanze etwa folgende Vorstellungen auf: Zum mindesten in jeder embryonalen Zelle, aber auch in vielen differenzierten Zellen eines Gewächses schlummern die sämtlichen spezifischen Eigenschaften und Entwicklungsmöglichkeiten der Pflanzenart[53]), wie in der Eizelle. Die Zellen sind auch, zum Beispiel bei der Entwicklung des Körpers, die aktiven, die bildenden, die reagierenden Teile, weil ja die lebende Substanz auf sie verteilt ist. Doch arbeiten sie meist in so enger Abhängigkeit voneinander und vom Ganzen, daß sie

mit ihresgleichen zu den einheitlichen Leistungen der Organe physiologisch mehr oder weniger vollständig „zu verschmelzen“ scheinen. Die Bedingungen nämlich dafür, welche der in der lebenden Substanz der Zellen schlummernden Leistungsmöglichkeiten geweckt werden, kommen vom Zellverband, vom Ganzen und zwar von seinem Zustand in einem jeden Augenblick der Entwicklung[54]). Verständlich aber wird uns das Verhalten der Einzelzellen im Leben der Pflanze überhaupt nur durch das Ganze. Nur die fertige Pflanze nämlich liefert uns die nötige Einsicht in die spezifischen Reaktionsmöglichkeiten der lebenden Substanz der Zellen. Nur das Ganze verschafft uns ferner Einsicht in die nicht weniger spezifischen Systembedingungen, von denen die Reaktionen der Zellen an den verschiedenen Stellen des Körpers abhängen. Nur das Ganze endlich macht uns verständlich, was eine jede Zelle im Körper während seiner Entwicklung und während seines ferneren Lebens leisten wird. Das Merkwürdigste aber ist, daß die Zellen im Lebensgange des Lebewesens neue spezifische Reaktionsmöglichkeiten erwerben können, die oft nur als neue erbliche Eigenschaften des vielzelligen Ganzen sichtbar werden und Bedeutung gewinnen. Weder die Zellen allein, noch das Ganze allein machen das Wesen und die Eigentümlichkeiten des Organismus aus. Beide, die Einzelzellen, also die Teile, und das Ganze, sind zum mindesten gleich wichtig und in gleicher Weise zu berücksichtigen[55]). Das Ganze und der Teil, mag er nun eine Einzelzelle oder eine Zellgruppe sein, wirken eben bei einem vielzelligen Lebewesen physiologisch immer in einer sehr eigenartigen, besonderen Weise aufs Allerinnigste zusammen und zwar so, daß die Zellen meist gar keine physiologische Individualität in dem vielzelligen Organismus besitzen. Infolgedessen gibt der Vergleich des Organismus mit einem Staatswesen, wie mir scheinen will, kein richtiges Bild von dem, was er doch hauptsächlich leisten soll, nämlich von dem physiologischen Verhältnis der Teile zum Ganzen und des Ganzen zu den Teilen. Er kann mit seiner einseitigen Überschätzung der Zellen ebensowenig dem wahren Sachverhalt gerecht werden[56]), wie es mit manchen anderen Anschauungen der Fall sein dürfte, die umgekehrt den Zellen über-

haupt keine Bedeutung für die Leistungen der Lebewesen zuerkennen möchten [57]).

* * *

War somit die Pflanze nun in allen ihren Lebensverrichtungen als eine geschlossene physiologische Einheit erkannt, so tauchte sofort die weitere, äußerst wichtige Frage auf: Worauf beruhen denn diese geheimnisvollen engen Wechselbeziehungen zwischen den Teilen; welches ist ihre Mechanik, wodurch und auf welchen Bahnen werden sie im Pflanzenkörper vermittelt? Das sind Fragen, mit denen die Pflanzenphysiologie sich jetzt sehr viel beschäftigt, ohne daß ihre Lösung bisher im Einzelnen hinreichend gelungen wäre. Jedenfalls dürften die Wechselbeziehungen sehr mannigfaltiger Art sein [58]). Ernährungseinflüsse, „funktionelle Reize", rein mechanische Wirkungen eines Teiles auf andere, Änderungen der Wasserversorgung oder Wasserdurchströmung der Teile mögen oft von großer Bedeutung sein. Doch konnte schon Vöchting aus seinen Versuchen und Beobachtungen über Organbildung folgern, daß für die Verkettungen bei der Entwicklung der Organe Ernährungseinflüsse offenbar nicht so wichtig sind, wie man zunächst vielleicht meinen könnte. Man muß noch ganz andere Einflüsse in Betracht ziehen. Wissen wir doch jetzt, daß sich kaum ein Faktor finden läßt, auf den die lebende Substanz der Pflanzenzellen nicht mit irgendwelchen Reizreaktionen antwortete. Als solche Reizvorgänge nämlich muß man, wie vor allem Pfeffer mit Nachdruck betont hat, sehr viele Leistungen der Zellen und der Zellgruppen, z. B. während der Entwicklung des Ganzen, ansehen. Es ist also notwendig, den Anteil zu prüfen, den sämtliche, von Ort zu Ort im Körper wechselnden Bedingungen und Gruppen von Bedingungen an den Beziehungen zwischen den Teilen haben. Diese Beziehungen selbst dürften, wie beim Tier, hauptsächlich Reizverkettungen sein [59]). Auch darauf hat zum ersten Male Pfeffer hingewiesen. Diese Reizleitungsvorgänge aber können in einer und derselben Pflanze sehr verschiedener Art sein [60]). So werden in den Pflanzen einige nicht durch die lebende Substanz vermittelt, andere dagegen nur innerhalb des lebenden Protoplasma, also in den Plasmafäden, die die Zellen miteinander verbinden. Manche

Wechelbeziehungen zwischen den Teilen beruhen vielleicht auch, wie im Tierkörper, auf der Ausbreitung spezifischer Stoffwechselprodukte, der sogenannten Hormone, die von einem der Teile ausgeschieden werden. Darauf weisen einige Beobachtungen der letzten Jahre hin[61]).

Ein noch viel verwickelteres Problem ist natürlich die Aufgabe, die der Physiologie ferner erwächst, gerade die Gruppe von Bedingungen zu ermitteln, die eine Zelle an irgendeiner Stelle des Organismenkörpers zu ihrer normalen Leistung veranlaßt. Um die Schwierigkeiten zu würdigen, die hier zu überwinden sind, ist es nicht unzweckmäßig, das Lebewesen mit seinen Millionen von Zellen mit einem kosmischen System von Weltkörpern zu vergleichen. Gleichwie in einem solchen System alle Teilkörper einander, und zwar in ihren Bewegungen, beeinflussen, so auch die Zellen im Lebewesen. Bekanntlich ist aber in der Astronomie noch nicht einmal die Lösung des berühmten Dreikörperproblems gelungen!

* * *

Noch sehr viel hingebungsvoller Arbeit wird es also bedürfen, bis alle die Probleme gelöst sind, die sich aus der neuen Auffassung vom Wesen der Pflanze für die Forschung ergeben. Übrigens sind dieselben Probleme auch bei den Tieren von einer befriedigenden Lösung noch sehr weit entfernt[62]). Hoffen wir, daß aus dem Weltkriege ein junges Geschlecht in die Heimat zurückkehren wird, das mit frischem Mute bereit ist, wie jetzt im Kampfe mit den Feinden, so auch später während der Friedensjahre im Ringen mit solchen Fragen ihr Bestes herzugeben zu neuem Ruhme unseres Vaterlandes!

Wann wir wieder auf solche ruhigen Zeiten wissenschaftlicher Kulturarbeit rechnen können, wir ahnen es heute so wenig wie an irgendeinem Tage der letzten Jahre. Wir alle wissen aber und haben es in den letzten Wochen von Neuem erfahren, wie gern unser Kaiser das blutige Schwert aus der Hand legen möchte. Sein ganzes Sinnen ist ja auch jetzt im Kriege unausgesetzt darauf gerichtet, unnützes Blutvergießen zu vermeiden, seinem geliebten

Volke und der Welt die Segnungen eines gesicherten, dauerhaften Friedens bald zuteil werden zu lassen, doch zugleich eines Friedens, der aller der riesengroßen Opfer wert ist. Das danken wir Alle ihm von ganzem Herzen. Wenn aber die Feinde in ihrer Verblendung noch immer glauben, uns den Frieden aufzwingen zu können, den sie meinen, so werden sie künftig stets von Neuem erfahren, daß wir uns, auch zu den schwersten Opfern bereit, nur noch entschlossener und enger in echt deutscher Treue und in deutscher Zähigkeit bis zum siegreichen Ende um unseren obersten Kriegsherrn scharen werden, in unerschütterlichem Glauben an die verheißungsvollen Dichterworte:

Allen Gewalten
Zum Trutz sich erhalten,
Nimmer sich beugen,
Kräftig sich zeigen
Rufet die Arme
Der Götter herbei.

Alles, was an heißen Wünschen für Kaiser und Vaterland heute unsere Herzen erfüllt, fassen wir zusammen in dem Rufe:

Seine Majestät, unser allergnädigster König und Kaiser,
Er lebe hoch, hoch, hoch

Anmerkungen.

[1]) vgl. Ruedorffer, J. J. Grundzüge der Weltpolitik in der Gegenwart. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1914, z. B. S. 6 ff.; Riezler, K. Die Erforderlichkeit des Unmöglichen, Prolegomena zu einer Theorie der Politik und zu anderen Theorien. G. Müller, München 1913. S. 202 ff.

[2]) vgl. z. B. Hesse, A. Natur und Gesellschaft. „Natur und Staat." Sammlung von Preisschriften, Bd. 4. G. Fischer, Jena, namentlich S. 77 ff.

[3]) Die Naturforscher haben ihre Blicke entsprechend den Hauptproblemen, an deren Lösung sie tätig Anteil nehmen möchten, mehr auf die Gegenwart und auf die Zukunft, als in die Vergangenheit gerichtet. Doch wird es einem Jeden, mag er auch in der notwendigen Laboratoriumskleinarbeit an Einzelfragen aufgehen, stets ein Bedürfnis bleiben, für die letzten und allgemeinsten Fragen seiner Wissenschaft, die nur im Laufe von Jahrhunderten durch die Zusammenarbeit vieler Köpfe langsam ihrer Lösung entgegenreifen können, auch die zurückgelegten Wegstrecken zu überschauen. Eine solche Frage bildet für mich schon seit Langem das Thema dieser Rede. Ich habe es bei seiner Wichtigkeit immer als einen großen Mangel empfunden, daß es bisher niemals in knapper Zusammenfassung behandelt worden ist. Wenn ich es bei der Gelegenheit getan habe, die durch die einleitenden Worte der Rede genügend gekennzeichnet ist, so bin ich mir wohl bewußt, daß es nur ein erster Versuch mit allen Unvollkommenheiten eines solchen sein kann. Leider war die Zeit, die mir schließlich zu seiner Bearbeitung zur Verfügung stand, so knapp bemessen und zudem so sehr durch Berufspflichten in Anspruch genommen, daß ich mich, trotz Anspannung aller Kräfte, nicht so liebevoll in die ältere Spezialliteratur habe versenken können, wie ich es selbst wohl gewünscht hätte. Die Lehr- und Handbücher und die wichtigsten, grundlegenden Originalarbeiten aber wurden so vollständig wie möglich durchgesehen.

[4]) Über die Entwicklung dieser Auffassung findet man für das Tier mancherlei verstreut bei Rádl, E., Geschichte der biologischen Theorien seit dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts, 2 Teile, W. Engelmann, Leipzig 1905 und 1909; II. Aufl., Teil 1, 1913. Hier ist darauf hingewiesen, was z. B. Buffon, Cuvier, Geoffroy St. Hilaire, Lamarck u. a. unter den Zoologen in dieser Hinsicht geleistet haben. Leider ist in

diesem Werke die Geschichte der physiologischen Theorien weniger vollständig behandelt. Die Physiologen haben doch wohl schon früher, etwa durch Descartes oder Leibnitz, den Tier-(Menschen-)Körper als ein organisches Gebilde mit einheitlicher physiologischer Organisation betrachten gelernt? Für die Entwicklung dieser Ansichten haben mich aber die großen Werke über die Geschichte der Medizin im Stich gelassen. M. Fosters Buch, Lectures on the history of physiology during the 16. 17. and 18. centuries, Cambridge 1901, habe ich leider nicht einsehen können. Daß die Geschichte der Zoologie von V. Carus München 1872 darüber nichts bringt, ist begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Physiologie der Tiere noch bis in die allerjüngste Zeit nicht als ein Teilgebiet der Zoologie betrachtet wurde.

[5]) Über die Geschichte der botanischen Theorien und Kenntnisse unterrichtet vortrefflich die ausgezeichnete Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860 von Julius Sachs, München 1875, allerdings nur für diesen Zeitraum. Eine wertvolle Ergänzung für das Altertum und für das Mittelalter findet dieses Buch in E. H. F. Meyers Geschichte der Botanik, 4 Bände, 1854 ff., Gebr. Bornträger, Königsberg. Für die Zeiten bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts habe ich im wesentlichen aus diesen Werken geschöpft. Eine geschichtliche Behandlung der Fortschritte in der Pflanzenkunde seit 1860 besitzen wir nicht.

[6]) Auf die Vermutungen und Meinungen dieser älteren Zeiten bin ich absichtlich nicht weiter eingegangen, schon um die Rede nicht allzusehr zu belasten. Doch ist hier die Bemerkung am Platze, daß man vom Altertum bis ins 18. Jahrhundert hinein offenbar viel mehr und allgemeiner an die physiologische Einheitlichkeit des Pflanzenkörpers „geglaubt“ hat, als in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Das beweisen schon die, wenn auch erfolglosen Versuche, die Pflanze mit dem Tier zu vergleichen. Fehlte es doch im 17. und 18. Jahrhundert nicht an Naturforschern, die etwas dem Blutkreislauf der Tiere in der Pflanze Entsprechendes meinten finden zu können. Wichtig ist auch die Ansicht von Aristoteles, die „Seele“ der Pflanze, die nach ihm aber nichts Anderes wie das ernährende „Prinzip“ ist, sei einfach, d. h. ungeteilt, die Pflanze also eine Einheit. Auch in den Zeiten der Naturphilosophie wurde doch wohl von der Richtung, die die Lebensvorgänge auf ein einheitliches Prinzip, auf die Lebenskraft, zurückführte, die Pflanze instinktiv als eine Lebenseinheit empfunden. Alle diese Vermutungen, so beachtenswert sie sind, haben aber aus den Gründen, die in der Rede gekennzeichnet sind, wenig Bedeutung, weil sie nur auf dem Gefühl, aber nicht auf klaren Erkenntnissen beruhen oder zu solchen geführt haben.

Nur Kuriositätenwert hat der Versuch von Erasmus Darwin (dem Großvater des berühmten Ch. Darwin) in seiner Phytologia; or the philosophy of agriculture and gardening, London 1800, in der Pflanze die gleichen Gewebe und Funktionen (Muskeln, Nerven, Bänder, Arterien, Venen usw.) wie im Tierkörper nachzuweisen.

[7]) Das geschah eigentlich erst in W. Pfeffers Handbuch der Pflanzenphysiologie, das später in der Rede viel erwähnt ist, im Jahre 1881 (vgl. Anm. 40).

[8]) Sehr beachtenswert ist, daß schon Aristoteles dieser Tatsache Rechnung zu tragen suchte, indem er sagte, die Seele der Pflanze (vgl. Anm. 6) sei zwar nur einfach, aber der Möglichkeit nach sei sie vielfach.

[9]) Historisches darüber z. B. bei Alex. Braun. Das Individuum der Pflanze in seinem Verhältnis zur Spezies. Abhandl. der Kgl. Akad. d. Wiss., Berlin 1853, S. 13 ff.

Wenig zur Sache tut es, daß ganz verschiedene Teile, bald die Zweige, bald kleinere Stengelstücke, bald auch die Blätter von den Morphologen als die eigentlichen Einheiten angesprochen wurden. Den Zweig (die „Knospen“) haben außer vielen Anderen z. B. Casp. Friedr. Wolff, Linné, Kant, Goethe, Erasmus Darwin, Schleiden, Alex. Braun als das Pflanzenindividuum bezeichnet, um nur einige besonders bekannte Namen zu nennen. Für Kant vgl. Kritik des Urteilskraft, herausgegeben von B. Erdmann, Hamburg und Leipzig 1884, § 64, S. 218: Man kann „an demselben Baume jeden Zweig oder Blatt als bloß auf diesen gepfropft oder oculiert, mithin als einen für sich selbst bestehenden Baum, der sich nur an einen anderen anhängt und parasitisch nährt, ansehen.“

Wie lange sich solche Ansichten halten, auch wenn sie längst veraltet sind, mag man daraus ersehen, daß noch im Jahre 1909 Hans Driesch in seiner Philosophie des Organischen, Leipzig, W. Engelmann, Band 1, S. 48, von den Pflanzen sagt, sie seien „in gewisser Hinsicht wenigstens“ nicht einfache Individuen, sondern Kolonien.

[10]) Ich zitiere nach der Jubiläumsausgabe von Cotta, Band 39.

[11]) Bd. 39, S. 144; S. 163 vgl. auch S. 7; S. 143. S. 169 der merkwürdige Ausspruch für das Tier: Die Bildung der Teile muß durch einen wechselseitigen Einfluß hervorgebracht und determiniert werden (1796).

[12]) Bd. 39, S. 174; S. 253; S. 284.

[13]) Alex. Braun (zit. Anm. 9) S. 7, 10, 33, 37 und 53.

[14]) S. 37.

[15]) Braun, S. 26, will allerdings der äußeren Teilbarkeit ihres Organismus nicht so große und entscheidende Bedeutung beilegen, wie

dies häufig geschehen ist. Daß der Zweig das eigentliche Pflanzenindividuum sei, folgert er mehr aus unklaren naturphilosophischen Überlegungen. Das Problem an sich, was, morphologisch oder physiologisch, als „Individuum“ bezeichnet werden kann, ist restlos überhaupt nicht lösbar und ziemlich überflüssig. In der Botanik hat man es längst über Bord geworfen, ebenso wie die Lehre von den Individualitätsgraden verschiedener Ordnung, eine Lehre, die früher in der Morphologie der Pflanzen und der Tiere einen gewissen Raum einnahm. Für uns sind Zellen, Blätter, Wurzeln Teile der Pflanze mit verschiedenen Funktionen. Eine ganz andere und sehr wichtige Frage ist natürlich die, ob und in welcher Hinsicht die ganze Pflanze als eine geschlossene physiologische Einheit angesehen werden kann.

[16]) Braun unterscheidet allerdings schon zwischen morphologischem und physiologischem Individuum. Sehr bezeichnend ist aber seine Behauptung, in der physikalischen Pflanzenphysiologie könne man den Schlüssel zur Erfassung des Pflanzenindividuums nicht finden. Für Braun ist denn auch das physiologische Individuum nicht die Lebenseinheit, sondern das, was (S. 30) „alle Seiten des specifischen Lebens in seiner Entwicklung darstellt“, . . . „somit den ganzen Plan, die ganze Bestimmung der Art vor Augen führt.“ Das ist aber nicht physiologisch, sondern systematisch gedacht. Nach Brauns Ansicht gehören ja zu einem physiologischen Individuum bei diözischen Pflanzen die beiden Exemplare, das männliche und das weibliche. Klare und brauchbare Definitionen finden wir in der gleichen Zeit bei dem scharfsinnigen Nägeli. Auch Nägeli (Die Individualität in der Natur mit vorzüglicher Berücksichtigung des Pflanzenreiches, Monatsschr. d. wiss. Vereins, Zürich, Bd. I, 1856, S. 171ff.) unterscheidet klar zwischen morphologischer und physiologischer Individualität. Physiologisches Individuum ist nach ihm, was selbständig für sich leben kann (S. 187). So auch in der Systematischen Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich“, Freiburg 1853, S. 26: Individuen sind selbständige Wesen. Hier betrachtet auch N. den Baum als Individuum (S. 31ff.). Sehr bemerkenswert ist aber, daß er trotzdem 1856, S. 185ff., wieder in den alten Fehler verfallen ist, die Knospen (Zweige) mit grünen Blättern als physiologische Individuen anzusehen, eben weil sie sich abgelöst zu neuen Pflanzen entwickeln. Vgl. ferner Nägeli, Über die gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte, insbesondere in der Botanik, Zeitschr. f. wissenschaftl. Bot., Bd. 1, 1844/45, Heft 1 und 2, S. 13: Der Organismus ist immer ein selbständiges und vollkommenes Individuum.

Ich gehe auf Alles das nur ein, um die Unsicherheit zu beleuchten, die damals in der Beurteilung der Pflanze herrschte, als besten Beweis

dafür, daß es eben noch ganz an Tatsachen fehlte, die ein richtiges Urteil ermöglicht hätten.

[17]) Daß physiologische und morphologische Einheiten nicht ein und dasselbe zu sein brauchen, zeigen die Pfropfungen: Unterlage und Edelreis verwachsen zu einer physiologischen Einheit, sind insofern aber keine morphologische, als beide Teile verschiedenen Arten, ja selbst Gattungen entnommen sein können. Auch die Flechtenkörper sind wie andere Symbionten physiologische Einheiten, bestehen aber aus zwei morphologischen Einheiten: einer Alge und einem Pilz usw.

[18]) So schon bei Nägeli 1856 (vgl. Anm. 16). S. 182, später ähnlich bei Haeckel, E. Generelle Morphologie, Berlin 1866 S. 243.

[19]) Die Einwände ließen sich leicht weiter vermehren.

[20]) Gewöhnlich wird ohne Grund Schleiden das Hauptverdienst in dieser Richtung zugeschrieben, mit seiner Abhandlung: „Beiträge zur Phytogenesis“ Arch. f. Anatom., Physiol. usw. Jahrg. 1838, S. 137ff. (Abgedruckt in den Beiträgen z. Botanik. Gesamm. Aufsätze v. Schleiden Bd. I. Leipzig, W. Engelmann 1844, S. 121ff.)

Weit bedeutender scheinen mir die kaum beobachteten und älteren Aufsätze des französischen Botanikers Turpin zu sein. Vgl. z. B. Turpin, P. J. F., Mém. d. muséum d'histoire natur., Bd. 16, 1828, Paris, S. 157ff.; Bd. 18, 1829, S. 161ff. Comptes rendus de l'acad. d. scienc, Paris, Bd. 9, 1839, S. 438ff. Andere Aufsätze waren mir nicht zugänglich. Vgl. auch Meyen, F. J., Neues System der Pflanzenphysiologie, Berlin, Bd. 1, 1837, S. 8ff., S. 178 u. a.

[21]) Schleiden, M. J., Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, 4. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1861. (Diese Auflage ist ein unveränderter Abdruck der 3. Auflage vom Jahre 1849.) S. XIV, S. 45, 46, 105ff., 565, 566, 577, 648 und 664. Vgl. auch Schleiden, zit. in (20) S. 150ff. und Turpin, zit. in Anm. 20, 1828, S. 161.

[22]) Schleiden, zit. in (21), 1861, S. 233ff., S. 567 unten.

[23]) Historisch beachtenswert ist das Auftauchen einer ähnlichen Vorstellung für die Organe des Tierkörpers in der berühmten Abhandlung „Von der Lebenskraft“ von J. C. Reil (Reils Arch. f. d. Physiologie, Bd. I, 1795, S. 1ff.) S. 105: „Wir müssen ... ein jedes Organ als selbständig und in Ansehung der nächsten Ursach, durch welche es wirkt, unabhängig von allen anderen Organen als ein besonderes, für sich bestehendes organisches Wesen betrachten, das sich nur an die anderen anhängt, ein Parasit derselben ist und wieder zum Parasiten für die übrigen dient. Dieses gilt nicht allein von den zusammengesetzten und vollendeten Organen, sondern auch von der kleinsten Faser des Körpers. Der thierische Körper ist gleichsam

eine große Republik, die aus mehreren Theilen besteht, welche zwar sämmtlich in einem bestimmten Verhältniss gegen einander stehen und einzeln zur Erhaltung des Ganzen mitwirken; aber ein jeder Theil wirkt doch durch seine eigenen Kräfte und besitzt seine eigenen Vollkommenheiten, Fehler und Gebrechen, unabhängig von den übrigen Gliedern des Körpers.“ Diese Beweisführung, daß jedes Organ „sein“ Leben lebt, war sehr wichtig, da sie die Lehre von der Zentralisation des Lebens und von der einheitlichen Lebenskraft zerschlagen mußte.

[24]) Z. B. Milne-Edwards, Brücke, Max Schultze, Spencer, Virchow, Haeckel, Die Literatur, z. T. bei Hertwig, O., Das Werden der Organismen, Jena 1916, S. 144. Vgl. auch die Anm. 48.

[25]) Nägeli, C., Über die gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte, insbesondere der Botanik, Zeitschr. f. wiss. Bot., Bd. I, 1844/45, Heft 1 und 2, S. 13. Die Zelle ist in der Regel nur ein individueller, „der Idee des Ganzen subordinirter Theil“ (vgl. auch Anm. 45); ähnlich Unger, F., Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Pest, Wien und Leipzig 1855. S. 51ff. Hofmeister, W., Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig. W. Engelmann, 1867, S. 1. „Mit Recht bezeichnet man die Zellen als die Elementarorgane der Pflanzen.“ S. 129. „Das Wachsthum der einzelnen Zellen eines Vegetationspunktes ist geregelt und bedingt durch die, nach Erweiterung oder Erreichung bestimmter Formen hinstrebende Massenzunahme des gesamten Vegetationspunktes. Diese Massenzunahme kann nicht als die Summe der den einzelnen Zellen innewohnenden individuellen Bildungstriebe aufgefaßt werden. Denn es erfolgen, wenn durch äußere Einflüsse Gestalt und Entwicklungsrichtungen des Vegetationspunktes modificirt werden, Größenzunahme und Formänderung in den einzelnen Zellen nur in demjenigen Maße, welches die allgemeine Wachsthumsrichtung des Vegetationspunktes den einzelnen Zellen giebt.“ „Die Bildung neuer Zellen im Vegetationspunkte ist somit eine Funktion des allgemeinen Wachsthums, nicht seine Ursache“ S. 133. „Der Beweis des Satzes, daß die Wachsthumsvorgänge eines Vegetationspunktes in seiner Gesammtheit das Ursächliche und Bestimmende, daß das Wachsthum und somit die Theilung, Form und Anordnung seiner Zellen das Abgeleitete und Bedingte sind, — dieser Beweis folgt aus den Änderungen von Form und Ordnung der Zellen des Vegetationspunktes, welche eintreten, wenn die gesammte Gestalt des Vegetationspunktes durch äußere Einflüsse geändert werden.“ So schon bei Hofmeister, Abhandl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss., Bd. 5, 1857, S. 642. On the germination etc. of the higher Cryptogamia, London 1862, S. 239; Pringsheims Jahrbücher f. wiss. Bot., Bd. 3, 1863, S. 272. Vgl. auch Hanstein, zit. in (30) S. 20ff. Sehr bemerkenswert und eigenartig sind ferner die dem Sinne nach ähnlichen Gedanken, die Jul.

Sachs in den viel beachteten Abhandlungen „Über die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen", 1878, (Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, Bd. 1, S. 1067ff.) und „Über Zellenanordnung und Wachsthum", 1879 (ebenda S. 1126ff.) und Schwendener in seiner Arbeit „Über die durch Wachsthum bedingte Verschiebung kleinster Theilchen in trajectorischen Curven", 1880 (Gesammelte botanische Mitteilungen, Bd. 1, 1898, S. 3ff.) niedergelegt haben. Man beachte, wie hier überall die Einwände aus der Entwicklungsgeschichte der Pflanze entnommen sind!

[26]) A. de Bary, Botanische Zeitung, Bd. 37, 1879, S. 222.

[27]) Bernard, Claude, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux, Bd. 1, 1878, S. 358 ff., S. 367. Sehr beachtenswert sind die Folgerungen, zu denen Cl. Bernard dadurch kommt, S. 370: Die Funktionen der Organe sind nicht einfache Summen der Leistungen der Einzelzellen. S. 371: Die Funktionen sind also etwas Abstraktes, das nicht in den Elementareigenschaften der Zellen materiell enthalten ist. Z. B. gibt es im Zirkulationsapparat eine Zirkulationsfunktion, aber nicht in den kontraktilen Elementen, durch die sie zustande kommt. S. 372: Infolgedessen sind die Funktionen der Organe nach Bernard metaphysische Konzeptionen!

[28]) Lamarck, J., Zoologische Philosophie. Nach der französischen Ausgabe von 1809 übersetzt, Jena 1876. Johannes Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 1, 4. Aufl., 1844, Bd. 2, 1840. Lotze, R. H., Allgemeine Physiologie des körperlichen Lebens, Leipzig, Weidmann, 1851. Lotze, R. H., Mikrokosmos, Bd. 1, Leipzig, S. Hirzel, 1856. Spencer, Herbert, Die Prinzipien der Biologie. Übersetzt von B. Vetter nach der 2. Auflage. Stuttgart 1876. (1. englische Ausgabe, Bd. 1, 1864; Bd. 2, 1867).

[29]) Doch sagt Spencer (zit. in 28, Bd. 2, S. 304 für die Pflanze): „So finden wir also, daß, was wir auf Grund der allgemeinen Entwicklungslehre voraussetzen mußten, durch die Tatsachen selbst bedingt ist. Die physiologische Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Teilen kann nur in demselben Maße vorschreiten, wie die gegenseitige Abhängigkeit der Teile, und die gegenseitige Abhängigkeit der Teile kann nur in dem Maße Fortschritte machen, als Gebilde entstehen, durch welche die Teile in genügender Weise in Verbindung gebracht und die gegenseitige Ausnutzung ihrer Tätigkeit erleichtert wird." Es dürfte, fährt d. Verf. fort, freilich kaum tunlich sein, bestimmt anzugeben, durch welchen Prozeß diese Koordination der Funktionen herbeigeführt wird.

[30]) Hanstein, Joh., Über die Richtungen und Aufgaben der neueren Pflanzenphysiologie, Bonn, A. Marcus, 1866. Die theoretischen Ansichten

Hansteins leiden etwas durch allzu starke Betonung teleologischer Gesichtspunkte.

[31]) Hanstein, Joh., Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und der Dikotylen. Hansteins Bot. Abhandlungen, Heft 1, Bonn 1870, S. 81.

[32]) Darwin, Ch., Insectivorous plants, London 1875. The power of movements in plants, London 1880. Siehe auch Darwin, Ch., The movements and habits of climbing plants, im Journ. of the Linnean society Botany 1867, 2. Aufl., London 1875.

[33]) Claude Bernard zit. in (27), Bd. 1, S. 335, vgl. dazu auch die Anm. 27.

[34]) Vgl. die Arbeiten von Turpin, zit. in (20) aus den Jahren 1828 und 1839; auch z. B. Mohl, H. v., Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle, 1851, S. 103 ff.; Treviranus, L. Chr., Physiologie der Gewächse, Bd. 2, Bonn 1838, S. 621 ff.

[35]) Hanstein zit. in (31) S. 88 ff.

[36]) Johannes Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen Bd. 2, 1840, S. 594. Müller kommt darauf von der Regeneration der Tiere aus. Darüber findet man S. 595 folgende historisch beachtenswerten Äußerungen: „Die Ursache, welche eine Portion der Hydra und Planaria zur Funktion in einem größeren Ganzen zwingt, ist die Wechselwirkung dieser Portion Materie mit derjenigen eines schon organisirten, durch sein Gehirn zentrirten Thiers.“ „Sobald aber der Contact einer Portion organisirter Materie einer Hydra oder einer Planaria mit dem centrirten Ganzen aufgehoben wird, so wird der herrschende Einfluß des centrirten und vollständig organisirten Ganzen aufgehoben, und dieses Stück treibt zu individueller Organisation. Ebenso oder ähnlich ist es auch bei den Pflanzen.“ Dann kommt die Besprechung der Stecklingsversuche. S. 596 ff.: „Bei den höheren Thieren . . . werden zwar ganze Organe . . . nach dem Verluste von dem Stamme wiedererzeugt und es wird dadurch bewiesen, daß diese Organismen keine Aggregate ihrer Organe sind, sondern die Kraft zur Bildung des Ganzen bei Verlusten ganzer Organe noch in sich enthalten“ usw. Vgl. auch die höchst beachtenswerten Ausführungen auf S. 605 ff., S. 614 ff., die uns ganz modern anmuten. Vielleicht gehen diese Gedanken auf Schwann (zit. in 48) zurück? Schwann S. 227: Jeder Elementarteil hat ein selbständiges Leben „und der ganze Organismus besteht nur durch die Wechselwirkung der einzelnen Elementartheile.“ Doch ist es schwer, zu erkennen, welchen Standpunkt Schwann eigentlich eingenommen hat; vgl. meine Bemerkungen in (48). Ähnliche treffende Auffassungen der Entwicklung, wie bei Joh. Müller, findet man übrigens bei H. Lotze, Leben, Lebenskraft. Handwörterbuch der Physiologie

von R. Wagner, Bd. 1, 1842, S. 1ff.; Allgemeine Physiologie des körperlichen Lebens, Leipzig, Weidmann, 1851, S. 295ff., S. 353 und Mikrokosmos, Bd. 1, Leipzig, S. Hirzel, 1856, S. 68ff. Ob wohl Hanstein Müller's Handbuch gekannt hat? Der in meiner Rede erwähnte Ausspruch Hanstein's: die differente Vielheit schließt sich zur Einheit eines Gesammtzweckes zusammen, erinnert ein wenig an dort ebenfalls angeführte Worte Müller's. Wie fremd die Anschauungen Joh. Müller's und Lotze's den Botanikern bis zur Mitte der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts geblieben waren, ersieht man z. B. aus A. Wigand: Der Darwinismus usw. Braunschweig, F. Vieweg, Bd. 2, 1876, wo auf S. 217ff. das Verhältnis der Teile zum Körperganzen eingehend besprochen wird. Es heißt dort S. 239ff: Der Teil sei aus dem Ganzen nicht erklärbar. „Den letzten naturwissenschaftlich nachweisbaren Grund seines Daseins und Wesens trägt der Theil trotz jener Abhängigkeit [vom Ganzen] in sich selbst. Nur unter dem teleologischen d. h. philosophischen Gesichtspunkte wird der Theil durch das Ganze bestimmt; aber der Punkt, wo in dieser Beziehung der Theil mit dem Ganzen verknüpft ist, liegt außerhalb des materiellen Daseins, entzieht sich also dem naturwissenschaftlichen Verständnis."

[37]) Goebel, K., Zur Geschichte unserer Kenntnis der Correlationsvorgänge. Flora. Bd. 77. 1893, S. 38ff; Zur Geschichte usw. II. Flora. Bd. 81. 1895, S. 195ff. Vöchting, H., Zu T. A. Knight's Versuchen über Knollenbildung. Botanische Zeitg. Bd. 53. 1895, S. 79.

[38]) Vöchting, H., Über Organbildung im Pflanzenreich. Physiologische Untersuchungen über Wachsthumsursachen und Lebenseinheiten. Bd. I. 1878, Bonn. M. Cohen, Bd. II. 1884, Bonn. E. Strauß. Vgl. namentlich Bd. I. S. 240ff.

[39]) Goebel, K., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Botan. Zeitg. Bd. 38. 1880, S. 753ff.

[40]) Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 2 Bde. Leipzig. W. Engelmann, 1881.

[41]) Pfeffer, W., Osmotische Untersuchungen. Studien zur Zellmechanik. Leipzig. W. Engelmann, 1877.

[42]) Über den jetzigen Stand der Entwicklungsphysiologie bei den Tieren unterrichtet gut der Aufsatz von C. Herbst Entwicklungsmechanik oder Entwicklungsphysiologie der Tiere im Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. Jena. G. Fischer, Bd. 3, 1913, S. 542—633. Der wichtigste Unterschied zwischen Pflanze und Tier scheint mir darin zu bestehen, daß bei den Organen der Tiere sehr häufig sog. Selbstdifferenzierung im Sinne Roux's vorkommt (vgl. Herbst, S. 629), während

die Gestaltungsvorgänge bei den Organen der Pflanze fast ausschließlich auf abhängiger Differenzierung zu beruhen scheinen.

[43]) Einer der ersten, die von dem Grundgedanken der Einheit der organischen Natur ausgehend mit Glück in Bau und Lebensverrichtungen bei Pflanzen und Tieren, wenn auch lange Zeit wenig beachtet, Analogien gefunden haben, war Henri Dutrochet. Vgl. seine Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux et sur leur motilité Paris 1824; deutsch in Ostwald's Klassikern der exakten Naturwiss. No. 154.

[44]) Vgl. Goebel, K., Über die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzenorgane. Sammlg. wiss. Vorträge v. Virchow und Holtzendorff. Reihe 19, Heft 453, Berlin 1884. Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie 2. Aufl., Leipzig. W. Engelmann, 1897 u. 1904. Winkler, H., Entwicklungsmechanik usw. der Pflanzen. Handwörterb. d. Naturwiss. Bd. 3, 1913, S. 634ff., S. 656.

[45]) Schon Nägeli sagte in seiner Systematischen Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich, Freiburg i. Br., 1853, S. 18: Die Zellen verhalten sich in den Organen gegenüber der Umwelt wie eine „Totalität", „wie die einzelne selbständige Zelle." Ferner S. 21: Die Organe in ihrer Vereinigung bilden ein Ganzes, „welches sich zur Außenwelt gleich verhält wie die selbständige Zelle oder das selbständige Organ".

[46]) Bei den tropistischen Reizkrümmungen, namentlich solchen, die auf Wachstum beruhen, arbeiten die Zellen der Organe so einheitlich zusammen, als ob das Organ überhaupt nicht aus Zellen zusammengesetzt wäre. Z. B. krümmen sich die Ranken infolge einer ganz leisen lokalen Berührung einer kleinen Stelle ihrer Oberfläche haptotropisch nach dem Berührungsreiz hin ein, indem das Wachstum der Ranke und zwar von der konvex werdenden Seite nach der sich konkav krümmenden (berührten) allmählich abnehmend beschleunigt wird. Das kann nur dadurch erreicht werden, daß 1. der Reiz von der Berührungsstelle durch den Querschnitt des ganzen Organes geleitet wird und daß 2., falls die Zellen durch ihr Zusammenwirken die Reaktion des Organes ausführen, die Zellen untereinander durch ihre uns noch völlig unklaren engen Wechselbeziehungen die Intensitäten ihrer Einzelleistungen gegeneinander aufs feinste abgleichen. Noch mehr sind solche Vorstellungen nötig, wenn das Perzeptionsorgan und das Reaktionsorgan voneinander weit getrennt sind, ja wenn in diesem eine einheitliche Reaktion auch dann noch eintritt, wenn man den Reiz durch Einschnitte zwingt, „um die Ecke" sich in die Reaktionszone auszubreiten (vgl. H. Fitting Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen Jahrb.

f. wiss. Bot. Bd. 44, 1907, S. 177ff.) Es sieht hier und bei vielen anderen Reizvorgängen, z. B. beim Gegeneinanderwirken gleicher oder verschiedener Reize, so aus, als ob ein sog. „einheitlicher Reizzustand“, dem alle lebenden Zellkomponenten des Organs unterliegen, die Leistungen (Reaktionen) dieser Komponenten quantitativ und oft auch qualitativ bestimmten. Ich weise auf diese äußerst verwickelten, schwierigen Dinge nur hin, ohne sie hier mit wenigen Worten weiter ausführen zu können. Vgl. dazu z. B. H. Fitting, Tropismen, Handwörterb. d. Naturwiss. Bd. 8, 1913, S. 262; S. 271ff.; S. 278ff.

Wie fein müssen die Reizzustände in benachbarten Protoplasten aufeinander harmonisch abgestimmt sein, um das Wachstum in den Schichten der sie trennenden Zellwände in gleichem Ausmaß bei der Krümmung zu lenken!

[47]) Dieser physiologischen Verknüpfung mag allerdings in manchen Fällen eine unsichtbare Strukturbesonderheit der lebenden Substanz in den Organen entsprechen, die aber mit der Differenzierung von Zellen nichts zu tun hat.

[48]) Zur Bildung eines Urteils über Virchow's Vorstellungen muß man seine eigenen Worte ansehen. In der 4. Aufl. der „Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre“ 1871 heißt es S. 4: Alle Tätigkeit und Aktion geht von der Zelle aus; sie ist die wahrhafte organische Einheit, auch der Sitz der Lebenstätigkeit. S. 17: Jedes Tier erscheint also als eine Summe vitaler Einheiten, „von denen jede den vollen Charakter des Lebens in sich trägt. Der Charakter und die Einheit des Lebens kann nicht aus einem bestimmten einzelnen Punkte einer höheren Organisation gefunden werden, z. B. im Gehirn des Menschen, sondern nur in der bestimmten, constant wiederkehrenden Einrichtung, welche jedes einzelne Element an sich trägt. Daraus geht hervor, daß die Zusammensetzung eines größeren Körpers, des sogenannten Individuums, immer auf eine Art von gesellschaftlicher Einrichtung herauskommt, einen Organismus socialer Art darstellt, wo eine Masse von einzelnen Existenzen aufeinander angewiesen ist, jedoch so, daß jedes Element (Zelle oder, wie Brücke sehr gut sagt, Elementar-Organismus) für sich eine besondere Thätigkeit hat, und daß jedes, wenn es auch die Anregung zu seiner Thätigkeit von anderen Theilen her empfängt, doch die eigentliche Leistung von sich selbst ausgehen läßt.“ Also jedes Element mit bestimmter, konstant wiederkehrender Einrichtung läßt seine eigentliche Leistung von sich selbst ausgehen. Das ist im Grunde schon die Meinung von Schwann („Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Tiere und Pflanzen. Berlin 1839, S. 226ff.),

soweit man seine in dieser Hinsicht wenig klaren Gedanken deuten kann, (vgl. dazu die sehr treffenden Ausführungen von Vöchting zit. (38) Bd. I, S. 247 ff.). Vöchting Bd. I, S. 248 sagt dazu: „Auf diesem Wege gelangt man zu der Auffassung des Organismus als eines Zellenstaates, in welchem sich die einzelnen Elemente zueinander etwa wie die Bienen in einem Schwarme verhalten“ (vgl. Schwann 1839, S. 229). Daß diese Ansicht damals (1875—1880) und vorher weit verbreitet war, darf man wohl aus Vöchtings Worten (Bd. I, S. 246) schließen: Der „heute sehr verbreiteten Vorstellung von der Individualität der Zelle“ schwebt „der Gedanke vor, daß das gesammte Verhalten einer Zelle am Organismus, ihr Wachsthum, die Art ihrer Theilung usw., durch die Zelle selbst bestimmt werde, in ihr allein seine Ursache habe.“ Darüber, wie weit Virchow's Zellularpathologie zur Erklärung der Krankheiten ausreicht, vgl. H. Ribbert, Pathologie, Handwörterb. d. Naturwiss. Bd. 7, 1912, S. 527 ff.

[49]) Vöchting, Organbildung, Bd. I, 1878, S. 250: Es ist die Frage aufzuwerfen, ob „die einfachsten Gestalten der zusammengesetzten Lebenseinheit als eine Zelle, d. h. so aufzufassen sind, daß der gesammte protoplasmatische Inhalt aller Zellen sich verhält, wie die einheitliche Masse einer Zelle“.

[50]) Diese Erkenntnis reifte allmählich durch die Arbeit mehrerer Forscher vgl. die Lit. bei Fitting, H., Die Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1907, S. 71 (auch Ergebnisse d. Physiologie Bd. IV u. V).

[51]) J. v. Hanstein, Das Protoplasma als Träger der pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen. 1880, S. 296: „Freilich wer kann zurzeit sagen, ob nicht Protoplastin-Vereinigungen durch die Zellwände hindurch in einer Feinheit stattfinden können, welche jenseits der Leistung unserer heutigen Mikroskope liegt? Es gibt nicht wenige Fälle, die Solches vermuthen lassen.“ E. Strasburger, Über den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena. G. Fischer, 1882, S. 249 ganz ähnlich.

[52]) Ausbildung von zelliger Kammerung, d. h. Verteilung der lebenden Substanz in viele kleine Räume (die Zellen) war aber für die Entwicklung höher organisierter Gewächse wohl von großer Bedeutung. „Sie ermöglichte es, eine Arbeitsteilung im Protoplasma des Körpers durchzuführen. Durch die Zerteilung des Protoplasma in viele Protoplasten wurden ebensoviele einzelne Elementarorgane geschaffen, denen verschiedene Aufgaben übertragen werden konnten. Durch die Ausbildung der trennenden Zellwände wurde er ferner möglich, diese Elementarorgane mehr oder weniger gegeneinander zu isolieren, zugleich den Zusammenhalt und die innere Aussteifung des ganzen, aus vielen weichen Protoplasten bestehenden Körpers zu erhöhen.“ (Bonner Lehrbuch der Botanik f.

Hochschulen. Jena. G. Fischer, 12. Aufl. 1913, S. 31ff.). Wichtig auch der Hinweis bei W. Pfeffer. Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. 1, 1897. S. 50: „Durch die Plasmaverbindungen werden auch die Protoplaste vielzelliger Pflanzen zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt. Damit wird eine Abgrenzung gegen die vielkernigen einzelligen Pflanzen, in welchen eben die Kammerung unterblieb, um so mehr unbestimmt, als die Plasmaverbindungen alle Übergänge von den feinsten Fäden bis zu gröberen Strängen bieten und als es z. B. bei Cladophora unter gewissen Verhältnissen nur zur Bildung einer partiellen Scheidewand kommt."

[53]) Das ist aber keine Besonderheit der Zellen. Auch kleine Bruchstücke einer Zelle, soweit sie noch einen Zellkern enthalten, haben noch die Befähigungen des Ganzen. Nebenher sei erwähnt, daß viele Zellen einkernig, andere (bei Algen und Pilzen) mehrkernig sind.

[54]) Gleiches gilt für die Teile der lebenden Substanz eines einzelligen Organismus, wie etwa eines Protisten (z. B. einer Amöbe).

[55]) Das ist ungefähr auch der Standpunkt von O. Hertwig. Vgl. z. B. sein Buch: Das Werden der Organismen, Jena, G. Fischer, 1916. S. 157ff.

[56]) Daß der Zellverband im Organismus in vieler Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit einem sozialen Verband von Individuen in einem Staate hat, wird ja gewiß Niemandem entgehen. Daß die Analogie aber gerade in der Hauptsache versagt, so wertvolle Dienste sie auch geleistet hat, nämlich uns das physiologische Verhältnis der Teile zum Ganzen im Lebensgetriebe des Organismus verständlich zu machen, scheint mir doch daraus hervorzugehen, daß sie eben zu ganz falschen Vorstellungen geführt hat, die erst durch eine sorgfältige experimentelle Analyse überwunden werden mußten. Das geschah eigentlich erst durch die Entwicklungsphysiologie.

Übrigens wurde die Lehre vom Zellenstaate nicht von allen Zoologen (oder Biologen) in gleicher Weise einseitig vertreten. In der Morphologie war das vielleicht am extremsten der Fall, da man sich hier weniger mit den Leistungen beschäftigte. Über den Wert der Lehre vom Zellenstaate für den Tierkörper urteilen führende Entwicklungsphysiologen folgendermaßen: H. Driesch, Philosophie des Organischen, Leipzig 1909, Bd. 1, S. 27: Alle Versuche, den Organismus als ein Aggregat von Zellen aufzufassen, haben fehlgeschlagen. W. Roux, Gesammelte Abhandlungen, Bd. 2, Leipzig 1895, S. 40: Die Lehre, daß der Organismus bloß eine Summe relativ selbständiger Gebilde sei, führt zu einer Überschätzung der Zellen. Th. H. Morgan, Regeneration, 2. Aufl. Deutsch von M. Moszkowski, Leipzig, W. Engelmann, 1907, S. 384: „Der Haupteinwand gegen alle diese Versuche, das Ganze aus der Wirksamkeit seiner Teile zu erklären, ist der, daß die Entwicklung

der einzelnen Teile ja in steter Beziehung zueinander erfolgt. Das heißt doch wohl, daß das Ganze die Entwicklung seiner Teile reguliert und nicht umgekehrt." „Gerade diesen Einfluß des Ganzen auf seine Teile nennen wir ja, in Ermangelung eines besseren Ausdruckes, seine Organisation." S. 350: „Angesichts der neueren Forschungsergebnisse" neigt Morgan der Meinung zu, daß „sich der Embryo als Ganzes nach einem festliegenden Bauplan, ohne Rücksicht auf die Zellgrenzen" entwickelt (vgl. auch S. 344ff. und 343). S. 350: „Die Entwicklung einer typischen Seeigel- oder Amphioxuslarve aus der Hälfte oder sogar nur einem Viertel der normalen Zellzahl läßt die Unbrauchbarkeit der Zellentheorie für die Erklärung ontogenetischer Vorgänge erkennen" (dieser Einwand scheint mir freilich nicht stichhaltig). Beachtenswert sind auch die Einwände von E. B. Wilson, The cell in development and inheritance, 2. Aufl.. New York, Mac Millan Comp. 1900, S. 58ff., 393ff. und 413ff. S. 394: „Facts of this kind, of which a considerable store has been accumulated, give strong ground for the view that cellformation is subordinate to growth, or rather to the general formative process of which growth is an expression; and they furnish a powerful argument against Schwanns conception of the organism as a cell-composite." Vgl. auch die sehr wertvolle Kritik der Lehre vom Zellenstaate vom Standpunkte des Histologen bei M. Heidenhain Plasma und Zelle, Lieferung 1, 1907, Jena, G. Fischer, S. 2—110. A. Sedgwick, On the inadequacy of the cellular theory of development, Quarterly journal of microscop. science Bd. 37, 1895, S. 87ff. hat wohl nur wenig Bedeutung. Vgl. ferner die Ausführungen des Physiologen F. Schenck in seiner physiologischen Charakteristik der Zelle, Würzburg 1899. Siehe auch Anm. 57. Ob man also das Wort Zellenstaat für den Organismus weiter anwenden will, das ist Geschmacksache.

[57]) So die in Anm. 25 zitierten Ansichten von Pflanzenphysiologen. Für das Tier vgl. außer der Anm. 56 auch A. Rauber, Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. Morphol. Jahrbuch, Bd. 8, 1883, S. 233ff. C. O. Whitman, The inadequacy of the cell theory of development. Journ. of morphology, Bd. 8, 1893, S. 639ff. Am meisten versagt, scheint mir, die Lehre vom Zellenstaate bei der Entwicklung solcher Tiereier und solcher Organe, bei denen die Formbildung auf sog. Selbstdifferenzierung beruht. Hier ist das Verhältnis der Teile zum Ganzen offenbar besonders schwer verständlich und besonders verwickelt. In den extremsten Fällen ist ja hier schon das Ei, solange es noch einzellig ist, nach dem „Bauplan" des ganzen Tieres, zu dem es sich entwickeln soll, in differente organbildende „Keimbezirke" „gegliedert", und jeder dieser Bezirke hat seine Sonderaufgabe bei der Entwicklung des Ganzen

(sog. Mosaïkeier). Die Ansichten der Entwicklungsphysiologen gehen darüber weit auseinander, wie man hier das Verhältnis der Teile zum Ganzen deuten soll. Darauf hier einzugehen, würde zu weit führen. Vgl. z. B. Th. H. Morgan, Regeneration, 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1907, S. 342 ff.

Wenn man auch jetzt mit Sicherheit sagen kann, daß die Teile nicht wichtiger sind als das Ganze, so bleibt doch in diesen und in allen anderen Fällen die weitere Entscheidung darüber, ob man dem Ganzen ebenso viel oder mehr Bedeutung beimessen will als den Zellen, vorläufig mehr oder weniger Sache des Gefühls. Weitere Tatsachen werden abzuwarten sein, bis eine Entscheidung möglich ist. Es konnte mir in der Rede ja nur darauf ankommen, zu zeigen, wie viele Rätsel das Verhältnis der Teile zum Ganzen beim Organismus birgt und auf welchen Wegen man ihnen beikommen kann.

[58]) Darüber findet man Näheres zusammengestellt bei W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. I, 1897, namentlich S. 441 ff., 517 ff., Bd. II, 1904, S. 195 ff, 209 ff und 220 ff. L. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 3. Aufl., Jena, G. Fischer, S. 397 ff., 439 ff. K. Goebel, Organographie der Pflanzen, 2. Aufl., Bd. I, 1913, S. 437 ff. Vielfach handelt es sich wohl auch um Änderungen von „funktionellen Reizen", womit natürlich über die Art der Vermittlung gar nichts ausgesagt wird. Vgl. auch z. B. K. Goebel, Allgemeine Regenerationsprobleme, Flora, Bd. 95, 1905, S. 384 ff.

[59]) Ob gegen diese Annahme die Tatsache ins Feld geführt werden kann, daß sich die Reizleitungsvorgänge in Pflanzenorganen meist nicht sehr weit ausbreiten, läßt sich noch nicht übersehen.

[60]) Vgl. darüber und über den Anteil der Reizleitungsvorgänge an den Korrelationen H. Fitting, Die Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen, Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1907.

[61]) H. Fitting, Die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände. Zeitschr. f. Botanik, Bd. 1, 1909, S. 1 ff. und Bd. 2, 1910, S. 225 ff. H. Fitting, Entwicklungsphysiologische Probleme der Fruchtbildung. Biolog. Centralblatt, Bd. 29, 1909, S. 193 ff. G. Haberlandt, Zur Physiologie der Zellteilung. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Kl., 1913, S. 318 ff. und 1914, S. 1096 ff. Nur noch historisch beachtenswert ist heute wohl der Versuch von Julius Sachs (schon aus dem Jahre 1880), die Ausbildung der Pflanzenorgane auf „organbildende" Stoffe oder Stoffmischungen zurückzuführen (J. Sachs, Stoff und Form der Pflanzenorgane, 1880 und Fortsetzung 1882 in den Gesammelten Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, Bd. II, S. 1159 ff.).

[62]) Bekannt ist die große Bedeutung nervöser Einflüsse, also von Reiztransmissionen. Aber längst nicht alle Korrelationen lassen sich im Tierkörper so deuten. Vgl. dazu z. B. M. Nußbaum usw., Lehrbuch d. Biologie für Hochschulen, 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1914, S. 90 ff. L. Rhumbler, Correlation im Handwörterb. d. Naturwiss., Bd. 2, 1912, S. 731 ff. C. Herbst, Entwicklungsmechanik der Tiere, ebenda, Bd. 3, 1913, S. 621 ff. H. Ribbert, Pathologie, ebenda, Bd. 7, 1912, S. 537 ff. A. Biedl, Innere Sekretion, ebenda, Bd. 8, 1913, S. 1190. H. Driesch, Die organischen Regulationen, Leipzig, W. Engelmann, 1901. C. Herbst, Formative Reize in der tierischen Ontogenese, Leipzig, A. Georgi, 1901.

Bot.
F.
184008
Author Fitting, Hans
Title Die Pflanze als lebender Organismus.
DATE. NAME OF BORROWER.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU

Morphologie und Biologie der Algen.

Von Dr. **Friedrich Oltmanns,** Prof. der Botanik an der Universität Freiburg i. Br.

Erster Band: **Spezieller Teil.** Mit 3 farbigen und 473 schwarzen Abbildungen im Text. 1904. Preis: 20 Mark.

Inhalt: I. Chrysomonadineae. II. Heterocontae. III. Chryptomonadineae. IV. Euglenaceae. V. Dinoflagellata. VI. Acontae. VII. Chlorophyceae. VIII. Phaeophyceae. IX. Rhodophyceae.

Zweiter Band: **Allgemeiner Teil.** Mit 3 Tafeln und 150 Abbildungen im Text 1905. Preis: 12 Mark.

Inhalt: I. System der Algen. II. Die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane. III. Die Algenzelle. IV. Die Ernährung der Algen. V. Die Lebensbedingungen. VI. Vegetationsperioden. VII. Reizerscheinungen. VIII. Polymorphismus. IX. Generationswechsel. X. Anpassungen. XI. Hilfsmittel und Arbeitsmethoden.

Zeitschrift für Physiologie, Bd. VII, Heft 2/3:
. . . . Jedem, der jetzt über Algen arbeitet, wird dieses großangelegte Werk ein unentbehrlicher Wegweiser sein.

Schlesiens Pflanzenwelt.

Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. Von Dr. **F. Pax,** ord. Professor der Botanik an der Universität Breslau. Mit 63 Abbildungen im Text und einer lithographischen Tafel. (VI, 314 S. gr. 8°.) 1915. Preis: 10 Mark.

Inhalt: Die Geschichte der Florenforschung. — Die Pflanzen der Vorwelt. — Alter und Herkunft der gegenwärtigen Pflanzenwelt. — Tier und Pflanze. — Mensch und Pflanzenwelt. — Die regionale Gliederung der Flora. — Die schlesische Ebene. — Das niedere Bergland. — Das höhere Bergland (subalpine und alpine Flora). — Register.

Das Buch will keine Flora sein, sondern soll ein Bild der Pflanzenwelt Schlesiens auf historischer Grundlage geben; es erörtert die Anderungen, die im Laufe geologischer Zeiten sich abspielten, die Wandlungen, die unter dem Einfluß des Klimas und unter Einwirkung von Mensch und Tier erfolgten. Erst auf dieser Grundlage gewinnt die Charakteristik der Florabezirke Leben.

Das Buch wendet sich daher nicht nur an den Botaniker, sondern auch an den gebildeten Laien, der Interesse für die Pflanzenwelt eines Gebietes hat, das seiner geographischen Lage nach, an der Grenzscheide zwischen Osten und Westen, zu den interessantesten Ländern Europas gehört.

Die Pflanzengallen Bayerns und der angrenzenden Gebiete.

Von Dr. **H. Ross,** königl. Konservator am botanischen Museum München. Mit 325 Abbildungen von Dr. Dunzinger. 1916. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Das Buch bringt eine Übersicht aller bis jetzt aus Bayern bekannt gewordenen Gallbildungen der Pflanzen. Zum größten Teil sind dieselben von dem Verfasser und seinen zahlreichen Mitarbeitern im Laufe einer fast 20jährigen planmäßigen Tätigkeit gesammelt worden; ein kleinerer Teil stützt sich auf Angaben in der Literatur. 325 charakteristische Abbildungen stellen meist in natürlicher Größe einen großen Teil der Gallen dar. Jede Galle ist kurz beschrieben und außerdem sind Verbreitung bzw. die bis jetzt in Bayern bekannt gewordenen Fundorte angegeben. Das Buch bildet die Grundlage für die weitere Tätigkeit auf dem Gebiete der Gallenforschung in Bayern.

Lebensbedingungen und Vegetationsverhältnisse der Mittelmeerländer und der atlantischen Inseln.

Von Prof. Dr. **M. Rikli,** Dozent und Konservator des botanischen Museums der Eidgen. Technischen Hochschule in Zürich. Mit 32 Tafeln und 27 Abbildungen und Verbreitungskarten im Text. (XI und 176 S. gr. 8°.) 1912. Preis: 9 Mark.

Die Gattung Hedera.

Studien über Gestalt und Leben des Efeus, seine Arten und Geschichte. Von **Friedrich Tobler,** Münster i. W. Mit 57 Abbildungen. 1912. Preis: 6 Mark 50 Pf.

Inhalt: I. Die Gattung Hedera. — II. Die Arten: 1. H. helix Linné 1753. 2. H. poetarum Bertoloni 1827. 3. H. canariensis Willdenow 1808. 4. H. colchica Koch 1859. 5. H. himalaica nov. spec. 6. H. japonica. — III. Zur Physiologie des Efeus. 1. Dorsiventralität und Plagiotropismus 2. Psychroklinie. 3. Rotfärbung. 4. Der Wechsel der Blattform. IV. Der Efeu als Gartenpflanze. — V. Zur Geschichte des Efeus.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt